

# مقدمة في بحوث العمليات والعلوم الإدارية

دكتور

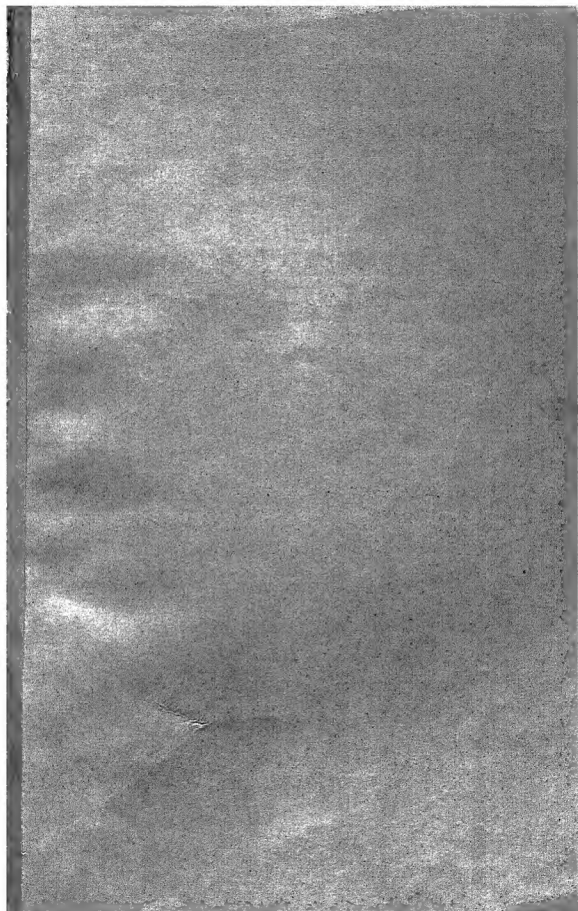
أحمد فهمي جلال

دكتوراه في إدارة الأعمال  
جامعة لانكستر (إنجلترا)

كلية التجارة - جامعة القاهرة

مترجم الطبعة والنشر  
دار الفكر العربي





# مقدمة في بحوث العمليات والعلوم الإدارية

دكتور

أحمد فهمي مهلال

دكتوراه في إدارة الأعمال  
جامعة لانكستر (إنجلترا)

كلية التجارة - جامعة القاهرة

ملتزم الطبع والنشر  
دار الفكر العربي



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



الإهداء

إلى فكري انتفاء شقيق

الرائد / موسى ملاك

يوم ٩ أكتوبر عام ١٩٧٣ في حرب أكتوبر المجيدة



## تقديم

يهدف هذا الكتاب إلى تقديم — بأسلوب مبسط إلى حد كبير — المداخل الرئيسية الحديثة في عملية اتخاذ القرارات .

يشمل هذا الكتاب المداخل الرئيسية لاتخاذ القرارات في ظل ظروف عدم التأكد Uncertainty وأيضاً ظروف التأكيد Certainty . هذه المداخل تكون الجزء الرئيسى من العلم والمعرفة الذى ينمو ويتطور بشكل سريع والذي يسمى بالعلوم الإدارية Management Sciences ، وتمثل بحوث العمليات Operations Research وتحليل النظم Systems Analysis الأجنحة الرئيسية لهذا العلم .

ولعلنا الآن في حاجة شديدة وماسة إلى استخدام الأسلوب العلمى في إدارة أعمالنا خصوصاً أن مشروعاتنا تعمل الآن في بيئة Environment تتميز بدرجة عالية من التغيير Changeability والتعقيد Complexity مما يستدعى الأمر إلى الاستعانة بالادوات التى يمكن استخلاصها من هذا العلم المتطور الحديث والذي يسمى بالعلوم الإدارية .

ولقد راعيت مدققين نصب أعينى عند كتابة هذا الكتاب . الهدف الأول وهو أكاديمياً وذلك بعرض النواحي العلمية والأسس الأكاديمية للوسائل المختلفة وأدوات بحوث العمليات وأيضاً أخذت في الاعتبار النواحي التطبيقية لهذا العلم وذلك حتى يمكن الاستفادة منها في التطبيق العلمى .

يبدأ الكتاب بعرض سريع لمناهج بحوث العمليات وإعطاء مجموعة من المواقف المبدئية التى يمكن استخدام فيها الأدوات المختلفة لهذا العلم . ويأتى في الفصل الأول عرض مبسط لنظرية القرارات Decisions Theory وهى تمثل عملية اتخاذ القرارات في ظل ظروف عدم التأكد Uncertainty وفي الفصل الثانى تقدم القارئ أسلوباً يمكن استخدامه في ظل ظروف التأكيد Certainty

هذا الأسلوب يسمى البرمجة الخطية Linear programming . ويحتوى الفصل الثالث على عرض لأسلوب تحليل شبكات الأعمال Net-work Analysis ويضم كلا من أسلوب PERT وأسلوب CPM ، وفى هذا الفصل يتم تحديد الاستخدامات الممكنة لكل من هذين الأسلوبين . ويشمل الفصل الرابع على عرض لنظرية خطوط الانتظار Wairing Lines Theory واستخداماتها الجديدة . وفى الفصل الخامس تقدم أسلوب المحاكاة Simulation Techniques كوسيلة إضافية للتنبؤ واتخاذ القرارات Prediction & Decision Making وفى الفصل السادس أدم لتقارى نظرية المباريات Games Theory . وفى الفصل السابع والأخير تم عرض بأسلوب مبسط موضوع تحليل النظم .

ولقد تم تزويد الكتاب بجموعة من المفاصل والأمثلة وذلك لكي توضح الإجراءات المختلفة المتبعة عند حل مشكلة معينة بواسطة أسلوب معين من أساليب بحوث العمليات . روى فى هذه المفاصل والأمثلة أن يكون مبسطة إلى حد كبير ، كل منها يمكن أن تمتد وتكبر لكي تشابه وتمثل المفاصل السائدة فى الحياة العملية ، ويجب أن نوضح للقارئ أن هذه الإجراءات تنطبق على المفاصل البسيطة المقدمة فى هذا الكتاب كما أنها تنطبق بنفس الطريقة على المفاصل المعقدة وخاصة بالحياة العملية . ولقد راعى أن تكون هذه الأمثلة من المجالات الوظيفية الخاصة بالمشروع من إنتاج وتسويق وتمويل إلخ .

وأود أن أسجل شكرى وامتنانى إلى أستاذى الفاضل الدكتور عاطف عبيد ورئيس قسم إدارة الأعمال بالكلية ، على ما قدمه لى من تشجيع وتأييد ومعاونة صادقة فى سبيل أليف هذا الكتاب  
وما التوفيق إلا من عند الله

أحمد فهمى جلال

القاهرة فى أكتوبر ١٩٧٩

## الفهرس المختصر:

مقدمة	
الباب الأول -	نظرية القرارات
Decisions Theory	
الباب الثاني -	التخطيط الرياضى المستقيم
Mathematical Linear Programming	
الباب الثالث -	تحليل شبكات الأعمال
Net — Work Analysis	
الباب الرابع -	نظرية خطوط الانتظار
Waiting Lines Theory	
الباب الخامس -	أصول المحاكاة
Simulation Technique	
الباب السادس -	نظرية المباريات
Games Theory	
الباب السابع -	تحليل النظم
Systems Analysis	
تطبيقات متنوعة	
الملاحق	
المراجع	



## مقدمة

في خلال القرن الأخير ، انضم ميدان الأعمال بصفة عامة ومجال الصناعة بشكل خاص باتجاه نحو تطبيق الأساليب العلمية في حل المشاكل المختلفة ، على أنه حال فكرة استخدام هذه الأساليب في إدارة الأعمال أصبحت حديثة . فمثلا يرجع تاريخها إلى الأيام الأولى للثورة الصناعية . مثال ذلك الجهود الخاصة بفريدريك تاييلور من خلال حركة الإدارة العلمية حيث سعى إلى إحلال الأسلوب العلمي محل أسلوب التجربة والخطأ التي كان يعتمد عليها في اتخاذ قراراته ؛ لقد كانت أساليب الإدارة العلمية في عهد تاييلور تنحصر في دراسة الحركة والزمن وتحديد معدلات الأداء . في السنوات الأخيرة — مع تعدد أحوال المنشورات — أصبح من اللازم أن تتجه جهود الباحثين إلى استخدام أساليب علمية أكثر تقدما لحل مختلف أنواع المشاكل . مجموعة هذه الأساليب العلمية المستخدمة في حل المشاكل الإدارية يطلق عليها بحوث للعمليات ( Operations Research ) أو OR

لقد حدث التطور الأول لبحوث العمليات خلال الحرب العالمية الثانية في إنجلترا وتم نقله سريعا إلى الولايات المتحدة . هذه البداية حدثت في إطار عسكري ، بعد انتهاء الحرب تحركت بحوث العمليات لتستخدم في الأعمال ، والصناعة والحكومة المدنية ، هذه الحركة كانت بطيئة في الولايات المتحدة بعكس الحال في إنجلترا غير أنه في عام ١٩٥١ انتشر تطبيق بحوث العمليات في الولايات المتحدة ومنذ ذلك الحين تم تطور بشكل سريع في هذا المجال .

يشير لفظ بحوث العمليات إلى خصائص الفريد لهذا العلم . من أهم هذه الخصائص أن هذا العلم يختص بالمشاكل التطبيقية الخاصة بالواقع العملي .

وبالتالي فإن استخداماتها تنصف بالعمومية ، أي يمكن تطبيقها في ميادين مختلفة طالما أن هناك أكثر من بديل لحل المشكلة الإدارية فإن بحوث العمليات يمكنها أن تساهم في حل هذه المشكلة وذلك بتقديم بيانات للإدارة يمكن

استخدامها في اختيار الحل الأمثل . في سبيل تحقيق ذلك هناك عدة خطوات لابد من اتباعها :

- ١ - تحديد المشكلة .
- ٢ - جمع البيانات اللازمة المتعلقة بالمسألة .
- ٣ - تحليل البيانات وذلك لبناء نموذج Model يعبر عن الموقف موضع البحث .
- ٤ - استخلاص حل من النموذج .
- ٥ - مراجعة النموذج لتقدير النتائج تحت مختلف الظروف .
- ٦ - اختيار الحل الأمثل .
- ٧ - مراجعة مستمرة لفاعلية النموذج في ضوء بيانات جديدة .
- ٨ - وضع النموذج موضع التطبيق - التنفيذ .

يلاحظ أن هذه الخطوات ( تمثل قلب بحوث العمليات ) يمكن تطبيقها في أى موقف تواجهه مشكلة اختيار أحد البدائل أو بمعنى آخر اتخاذ القرار . فمثلا مجال بحوث العمليات يشمل مستوى الفرد في التنظيم وكذلك التنظيم ككل . أيضاً يمكن تطبيق بحوث العمليات في ميادين مختلفة مثال ذلك النواحي العسكرية ~~فمجال الصناعة ، التجارة ، النقل . . . إلخ .~~

يشير لفظ بحوث العمليات إلى خاصية أخرى وهي متعلقة بالعمليات المستخدمة في حل المشاكل الإدارية المختلفة . هذه العمليات مختلفة ومتنوعة ، حتى أنه يمكن أن يقال أن الفريق القائم بمهمة بحوث العمليات يتكون عادة من خبراء متمدة ( علماء الرياضيات - المنطق - الاقتصاد - الإدارة - الإحصاء ) .

#### تعريف بحوث العمليات :

لقد عرفها الكاتب القصصى المشهور « آثر كلارك » بأنها فن كسب الحروب بدون مباركة - هذا مما لا شك فيه يمكن فقط نتاج بحوث العمليات في الحرب المالية الثانية ولكنه لا يعنى كثيراً في مجال إدارة الأعمال .

وبعد التعريف الخامس بنشر شمان أكوف ، أرنوف ، مفيدا إلى حد كبير .  
لقد عرفوا بأنها تطبيق الأساليب العلمية للمشاكل الخاصة بالنظام System  
ولذلك لإمداد الإدارة بحلول مثل هذه المشاكل .

وبما لا شك فيه فإن أهم ما في هذا التعريف هو : حلول مثل المشكلة (١) .  
وهذا يمكن كطبيعة هذا العلم .

### أشكال الأساليب بمحور العمليات :

لنفهم طبيعة وخصائص بحوث العمليات ينبغي أن نتعرض إلى شرح أساليب  
بحوث العمليات وطبيعة المشكلات التي تعالجها هذه الأساليب .

#### ١ - نظرية القرارات : Decision Theory

تعد عملية اتخاذ القرارات جوهر وقلب وظيفة الإدارة وكلما زادت درجة  
تعقيد البيئة التي تعمل فيها الإدارة كلما زادت أهمية عملية اتخاذ القرارات .  
والقرار يتعلق بالمستقبل ، وبالعطية فإن المستقبل غير مؤكد وكلما زادت درجة  
تعقيد البيئة التي تعمل فيها كلما زادت درجة تعقيد عملية اتخاذ القرارات .  
وعملية اتخاذ القرارات عبارة عن اختيار أحد البدائل الذي يعد أحسن بديل  
من وجهة نظر متخذ القرار وبالتالي لابد من معرفة أولا ما هي البدائل المتاحة  
ثم أنما القدرة كل بديل على تحقيق أهداف متخذ القرار ومن هنا لابد من تحديد  
مجموعة من المعايير التي بناء عليها يتم المقارنة بين هذه البدائل . وبما لا شك فيه  
إذا أمكن تحديد البدائل ، تحديد النتائج المتوقعة من كل بديل فإن عملية اتخاذ  
القرارات تكون بسيطة وسهلة جداً . ولكن هذا ليس متوالا للحياة العملية التي  
تتميز بما يلي :

— كثيراً ما لا يمكن تحديد جميع البدائل الممكنة .

— كثيراً ما لا يمكن تحديد جميع المتغيرات والعوامل المؤثرة في الموقف .

- كثيراً ما يصعب التنبؤ بسلوك هذه المتغيرات والعوامل في المستقبل .
- كثيراً ما لا يمكن التعبير عن هذه العوامل والمتغيرات في شكل رقمي .

نتيجة لذلك ظهرت نظرية القرارات التي تهدف إلى تمكين الإدارة من اتخاذ القرار في ظل الظروف التي تتميز بالتغير وعدم التأكد .

## ٧ — البرمجة الخطية : Linear Programming

تعد البرمجة الخطية أكثر أساليب بحوث العمليات استخداماً . كثيراً ما يصططع المدير بموقف يتطلب منه أن يفامل بين عدة بدائل مختلفة ( يتخذ قرار باختيار أحد هذه البدائل ) وفي نفس الوقت ليس متأكداً أن البديل الذي سيختاره هو الأحسن . في العادة أن تقرير اختيار بديل معين له تأثير على ناحية مادية التي هي إما أن تقلل إلى أقل حد ممكن ( في حالة التكاليف ) أو يتم تنظيمها إلى أقصى حد ممكن ( في حالة الربح ) . الأسلوب الذي يستخدم في معرفة الحل الذي يؤدي إلى تنظيم الربح أو تقليل التكاليف إلى أقل حد ممكن يسمى بالبرمجة الخطية . لتأخذ المثال الخاص بأحدى الشركات التي تقوم بإنتاج ثلاثة أنواع مختلفة من أفلام الرصاص في أربع مصانع من نفس المواد الخام ، لكي تفهم طبيعة أسلوب البرمجة الخطية . فمثلاً إذا كان يتم صنع الأنواع الثلاثة من الأفلام الرصاص على خطوط إنتاج مختلفة فليس هناك أى مشكلة خاصة بتقدير كمية المنتج من كل صنف . أيضاً إذا كانت المواد الخام متوفرة بدون أية قيود فإنه من الممكن أن يتم تقدير مستوى الإنتاج بدون النظر إلى كمية الجرافيت أو الخشب المستخدمة ، وإيضاً إذا كان من الممكن أن يتم إمداد العملاء بما يحتاجونه من أفلام الرصاص من المصانع القريبة لهم ، فليس هناك أى مشكلة خاصة بالتوزيع ، على أى حال ، أنه من الشائع أن هذه الظروف المثلى قليلة الحدود . فمثلاً كمية الجرافيت الكلية التي تحتاجها الشركة قد تكون محدودة وبالتالي لا بد أن يتم تخصيصها الأنواع المختلفة لأفلام الرصاص بحيث تحقق أكبر ربح ممكن ، أيضاً قد لا يمكن لأحد المصانع أن يقبل حجمية العملاء في منطقة وبالتالي لا بد من إمدادهم من الإنتاج الخاص بأحدى المصانع البعيدة . هذه المشاكل تصنف بأن هناك موقف معين فيه يتطلب الأمر تخصيص موارد

محدودة في استخدامات متنافسة بحيث ينتج في النهاية أكبر كفاية ممكنة . ولقد ذاع استخدام البرمجة الخطية في معالجة الأنواع التالية من المشكلات الإدارية .

• استخدام الموارد المحدودة استخداماً فعالاً .

• مشاكل التكلفة

• تحقيق المزيج الأمثل من المواد الخام لإنتاج منتج معين .

• تحديد السكة القتل الواجب إنتاجها من الأصناف المختلفة

• تقسيم العمل بين عدة أقسام أو وحدات في التنظيم .

• توزيع المسؤوليات على الأفراد .

• تحديد أمثل لجداول الإنتاج .

• تحديد سياسة الشراء .

• الاستخدام الأمثل لوسائل الإنتاج .

• توجيه المنتجات إلى أكثر الأسواق ربحية وأهمية .

• اختيار موقع المصانع ، الإدارات ، المخازن .

### ٣ - تحليل شبكات الأعمال : Net - Work Analysis

يعد أسلوب تحليل شبكات الأعمال من أن الأساليب الحديثة في مجال التخطيط ومتابعة البرامج خصوصاً في الظروف التي يوجد فيها نقاط متعددة من الاختناقات Bottlenecks في هذه الظروف تنصب الحاجة إلى أسلوب تحليل شبكات الأعمال ككوسيلة لإبراز نقاط الاختناق مقدماً وبالتالي يتم تخطيط العمليات والأنشطة بشكل يعظم علاج هذه الاختناقات وإلجاء الإدارة على التفكير المبني في كل جوانب المشروع قبل التنفيذ ، تحليل شبكات الأعمال يمكن الإدارة من وضع أساس واضح للتخطيط في المشروع وكذلك تحديد نقاط الاختناقات التي تهدد المشروع بعدم الوفاء بالتزاماته تجاه العميل ( مواعيد تسليم الإنتاج للعملاء ) وبالتالي يمكن من تحديد مواعيد الارتباطات بشكل أكثر دقة من مجرد الاعتماد على التخمين أو الخبرة السابقة التي لا تأخذ ظروف المستقبل واحتياجات التنبؤ في الحسبان .

يعتمد عموماً أسلوب تحليل شبكات الأعمال على طريقتين :

(أ) طريقة المسار الحرج Critical Path

(ب) طريقة بورت (P.E.R.T)

#### Program Evaluation and Review Technique

الخطوة الأولى في تحليل شبكات الأعمال هي تحديد شبكة العمليات الضرورية لانجام وظيفة معينة ، إنتاج منتج معين ، أو تحقيق هدف معين ( Network ) .  
الخطوة الثانية هي تصوير العلاقات بين العمليات في شكل Diagram يتم فيه التفريق بين الأحداث Events والنقطة Activities . يتم التعبير عن الأنشطة بواسطة أسهم والتعبير عن الأحداث بواسطة الدوائر .

الخطوة الثالثة هي تحديد الأنشطة الحرجة ( النشاط الذي يمنع البداية المبكرة لآنشطة أخرى ) بمعنى آخر لابد أن يتم إتمام هذا النشاط الحرج ثم بعد ذلك تبدأ عملية تنفيذ الأنشطة الأخرى .

الخطوة الرابعة هي تقييم البرنامج ومعرفة التكلفة الكلية .

الخطوة الخامسة محاولة عمل تعديلات في الخطة - التأثير على الأنشطة الحرجة والعمل على تقليل الوقت اللازم لانجامها وأثر ذلك على بقية الأنشطة ودراسة التكاليف في كل حالة .

الخطوة السادسة اختيار البرنامج الأمثل .

#### ٤ - نظرية الصفوف : Queuing Theory

المصنف هو خط انتظار . الصفوف يمكن ملاحظتها عند شبابيك السينما ، محطات الأنوييس ... إلخ . نظرية الصفوف تسمى إلى تقلييل الوقت الذي ينتظره العملاء وأيضاً تقليل الوقت الضائع في مراكز العمل ولها استخدامات عديدة في عدة ميادين منها :

• الاتصالات ( التليفون - التلفزيون - البريد )

• النقل ( الجوي - البرى - البحرى )

• الخدمات (المسارح - المطاعم - الأتوبيسات - المستشفيات - محطات البترين ) .

• التخزين والمعاملات الصناعية ( الصيانة - خطوط التجميع )

وتظهر المفرد أو خطوط الانتظار ( العوابيد ) في حالة إذا كان معدل وصول العملاء ( طالبي الخدمة ) سريعاً بدرجة تفوق معدل أداء الخدمة المعمل الواحد ، لذلك سيضطر بعض العملاء للانتظار . أيضاً تظهر مشكلة خطوط الانتظار إذا كان معدل أداء الخدمة أسرع من معدل وصول العملاء ، ففي هذه الحالة تصبح بعض وحدات تأدية الخدمة عاطلة أي أنها تكون هي بذاتها خطأ الانتظار . ففي كلا الحالتين ( انتظار العملاء أو انتظار وحدات الخدمة ) تمثل مشكلة بالنسبة للإدارة . فإن إنتظار وحدات الخدمة معناه وحدات عاطلة وبالتالي تمثل تكلفة لا مبرورة لها . أيضاً إنتظار العملاء قد يؤدي إلى انصرافهم عن طلب الخدمة ، وعلى ذلك فإن هدف الإدارة في علاج مشكلات الانتظار أن تصل إلى الموقف الأمثل الذي يحقق خفضاً في وقت الانتظار لكل من العملاء ووحدات تأدية الخدمة في نفس الوقت .

• التماثل أو المحاكاة : Simulation

التماثل هو بناء نموذج يمثل الواقع ، هناك عدة أنواع من النماذج :

١ - نموذج لموقع المصنع وتصميمه داخلياً . Layout

٢ - نموذج رياضي . Mathematical model

٣ - نموذج لتصرف معين . Behavioural model

يكثر استخدام التماثل من دراسة مواقف معينة قبل تنفيذها فعلاً وبالتالي يمكن دراسة أثر التغيير في النموذج بدلاً من تنفيذها في الواقع العملي . أيضاً أسلوب التماثل يعطي نتائج سريعة بدلاً من الانتظار حتى نحصل على نتائج واقعية .

( ٢ م - بحوث )

## ٦ - المباريات : Games

في مجال المنافسة تتوقف فاعلية أى قرار لاحدى الأطراف على القرارات التي تتخذها الأطراف الأخرى ، فقد تخضع فاعلية قرار أو خطة نطمها منفاة ؟ بسبب القرارات التي تتخذها منفاة ب . وما يريد من العملية تعقيداً أن تصرفات المنافاة ب تكون غير معلومة للنفاة ؟ . أسلوب المباريات كأحد أساليب بحوث العمليات يطبق في مثل هذه الميادين .

## ٧ - تحليل النظم Systems Analysis

يمكن النظر إلى منظمتنا Organisations على أساس أنها مجموعة متداخلة من النظم Interdependent Systems خلقت لكي تحقق للإنسان أهدافه . ولما كنا نعيش في عالم يقسم بالتنوير والتجديد والتمقيد فإننا في حاجة إلى مجموعة من الأساليب لكي نساعدنا في تحليل النظم التي نعمل فيها بهدف تحسينها ورفع كفاءتها وبالتالي تحقيق أهدافنا بطريقة أحسن .

إن كل منظمتنا سواء كانت الرسمية أو الغير رسمية تحتاج إلى مجموعة من النظم والاجراءات لكي تحقق أهدافها . سواء كانت مستثنى ، أو جمعية تعاوية ، أو بنك . . إلخ فإن كل ذلك يحتاج إلى نظم وبمجموعة من الاجراءات لكي تنفذ عملياتها اليومية ومن ثم تحقق أهدافها . هدف تحليل النظم إلى تحقيق مجموعة من التطوير في المجالات الآتية :

— تصميم النماذج المستخدمة في العمل .

— إجراءات العمل

— تسجيل وحفظ البيانات .

— تقادير الرقابة .

— التنظيم الداخلي للكتاب .

— تبسيط العمل والاجراءات .

## تاريخ بحوث العمليات :

### History of operations Research

يمكن إرجاع بداية عمر بحوث العمليات إلى الحرب العالمية الثانية . في ذلك الوقت قامت الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا بتوظيف مجموعة من علماء الرياضيات والعلماء لكي يقوموا بتحليل مجموعة من العمليات العسكرية . لقد ظهرت الحاجة إلى هذا الفكر الجديد ( بحوث العمليات ) نتيجة للتقدم الهائل في تطور الأسلحة ونظم الحرب وكذلك الضغط الشديد والثور الذي تنسم به الحروب الحديثة . فمثلا كان ذلك بدء عهد ظهور أجهزة الرادار والأسلحة بعيدة المدى . وبالتالي كان لابد من ظهور بحوث العمليات التي تقوم بالاستخدام الأمثل لمثل هذه الأجهزة والنظم . ولكن أظهرت بحوث العمليات نجاح منقطع النظير في كثير من المواقف الحربية فيما يتعلق بالتخطيط وتوزيع القوات العسكرية وبصفة خاصة في حروب الفواصات .

وبعد انتهاء الحرب ، كثرت من العاملين في بحوث العمليات في النواحي العسكرية أظهرت اعتمادات لتطبيق بحوث العمليات في تحليل كثير من المشاكل المتصلة بالحياة المدنية ( ميدان الأعمال الصناعي ، التجاري ) وخصوصا في مجال اتخاذ القرارات أدى ذلك إلى قيام كثير من المنشآت في إعداد بعض العاملين فيها للعمل في مجال بحوث العمليات كما أن كثير من الجامعات في إعداد الدراسات العليا في بحوث العمليات كما أن كثير من مراكز التدريب بدأت برامج كاملة متخصصة في أساليب بحوث العمليات .

ولقد أدى استخدام الحاسبات الآلية والمكبيوتر إلى تيسير تطبيق واستخدام بحوث العمليات وانفجار استخدامها في حل مشاكل الأعمال المعقدة.

## النماذج واتخاذ القرارات :

### Models and Decision-Making

كل موقف يحتاج إلى اتخاذ قرار يشمل مجموعة من البدائل . بحوث العمليات تختص بتحديد واختيار البديل الذي يحقق أهداف من يتخذ القرار وفي نفس الوقت هذا البديل يتميز عن جميع البدائل الأخرى . وبالتالي فإن أول

خطرة تتعلق بتحديد البدائل المتاحة وأيضاً الأهداف المرجو تحقيقها . بعد ذلك تبدأ بحوث العمليات في المقارنة بين هذه البدائل من حيث قدرتهم على تحقيق الأهداف المرجو تحقيقها بواسطة من يتخذ القرار . وهناك عدة معايير لكي تتم على أساسها المقارنة بين هذه البدائل المتاحة ، منها المعايير التقليدية مثل الربح والخسارة .

وعموماً لكي تتم هذه المقارنة لابد من التعبير عن المشكلة موضع البحث في شكل نموذج رياضي Mathematical Model . هذا النموذج يتكون من مجموعة من المتغيرات Variables ، هذه المتغيرات ترتبط مع بعضها في شكل مجموعة من المعادلات الجبرية التي تعكس أهداف متخذ القرار وأيضاً مجموعة القيود على البدائل للمقارنة لحل المشكلة .

لنفرض أن هناك مشكلة بسيطة في الرقابة على المخزون وذلك لكي نقدم شرحاً للنماذج الرياضية .

الهدف : تحديد الكمية الاقتصادية لشراء بحيث تتحمل النفقات أقل تكلفة ممكنة .

النموذج الرياضي :

التكاليف الكلية = تكاليف أوامر الشراء + تكاليف التخزين  
+ تكاليف الشراء

∴ الهدف هو تقليل التكاليف الكلية =  $\left(\frac{1}{Q}\right) \times C_o + \left(\frac{C_h}{Q}\right)$

$\times C + T \times 1$

حيث

$Q$  = الكمية الاقتصادية لشراء

وهنا ( $Q$ ) يمكن أن تأخذ قيم متعددة (بدائل) مثلاً

صفر ١٦ ٢٦ ٣٦ ٤٠٠٠ ٦ ١٠٠ ٦ ١٠١ وهكذا

١ = عدد الوحدات المطلوبة سنوياً ( يتم الوصول إلى ذلك من طريق التنبؤ بحجم الأعمال ) .

سم = تكلفة أمر الشراء الواحد .

هـ = تكلفة التخزين

ت = تكلفة شراء وحدة واحدة

بالإضافة إلى ذلك فإن النموذج الرياضي يجب أن يجب أن يكون إذا كان هناك مجموعة من المحددات أو القيود على القرار الذي يجب أن نتخذه . فمثلاً نفرض أن كميات التخزين محدودة ، لا يمكن أن تستوعب المخازن أكثر من ٣٠٠ وحدة . هذا المحدد أو القيد يمكن التعبير عنه كما يلي :

$$ل > ٣٠٠$$

وبالتالي فإن هذا القيد يقوم بالفرقة بين البدائل الممكنة

Feasible alternatives والبدائل الغير ممكنة Infeasible alternatives كما يلي :

البدائل الممكنة وهي عندها  $ل > ٣٠٠$  وحدة

البدائل الغير ممكنة وهي عندها  $ل < ٣٠٠$  وحدة

أيضاً النموذج الرياضي يبحث عن البديل أو الحاصل الأمثل وهنا في هذا المثال يبحث عن القيمة المثلى للنقطة ( ل )

$$ل = \sqrt{\frac{٢ ت هـ}{سم}}$$

نفرض أن :

(سم) تكلفة أمر الشراء الواحد ٤ جنيهات .

( ١ ) عدد الوحدات المطلوبة سنوياً ١٠٠٠ وحدة .

( هـ ) تكلفة التخزين ٢٠٪ من قيمة المخزون .

( ت ) تكلفه شراء الوحدة الواحدة ١ جنيه

$$\frac{4 \times 1000 \times 2}{\% . 20 \times 1} \sqrt{\quad} = 2$$

= ٢٠٠ وحدة

النماذج والواقع العملي :

#### Models and Reality

لكي نقوم بعمل تنبؤات سليمة واتخاذ قرارات جيدة بخصوص الواقع العملي ، فإنه يجب أولاً ملاحظة الواقع العملي ملاحظة دقيقة بهدف تحديد المتغيرات والعوامل التي تؤثر في هذا الواقع العملي . ثانياً يتم تحديد العلاقة بين هذه المتغيرات والعوامل كيف ترتبط بعضها البعض وكيف تؤثر ويتأثر بعضها ببعض .

في المثال السابق نقوم بتحديد العوامل والمتغيرات المؤثرة في القرار موضوع البحث وهي :

- ١ - تكلفة أمر الشراء .
- ٢ - عدد الوحدات المطلوبة سنوياً .
- ٣ - تكلفة التخزين .
- ٤ - إمكانيات التخزين .
- ٥ - تكلفة شراء الوحدة الواحدة .

ثم بعد ذلك نقوم بدراسة العلاقة بين هذه العناصر وكيف ترتبط بعضها ببعض . يتم التعبير عن هذه العلاقات والتداخلات في شكل :

variables	( أ ) متغيرات
constants	( ب ) ثوابت
equations	( ج ) معادلات
inequalities	( د ) لا معادلات

المتغيرات عبارة عن مجموعة العوامل التي يمكن أن تتغير قيمها . مثال ذلك عدد ساعات تشغيل الآلة يمكن أن يكون ساعة واحدة في اليوم أو ساعتين أو ثلاث ساعات . . . . أو حتى ٢٤ ساعة .

الثوابت هي تلك مجموعة العوامل التي تظل ثابتة بدون تغيير . مثلاً كمية الإنتاج الناتجة من تشغيل الآلة ساعة واحدة لا تتغير من ساعة إلى أخرى خلال فترة تشغيل الآلة .

فإذا فرضنا أن عدد ساعات العمل =  $x$  ورمز الإنتاج في الساعة عبارة عن  $y$  وحدات فإن يمثل الإنتاج =  $10x$

هنا  $x$  عبارة عن متغير .

هنا  $10$  عبارة عن ثابت .



# الباب الأول

نظرية القرارات



# الباب الأول

## نظرية القرارات

### Decisions theory

تعد عمليات الاختيار واتخاذ القرارات من العمليات الشائعة والمألوفة جدا سواء في خبراتنا كأفراد أو منظمات . تتضمن هذه الخبرات عوامل الفلك حيث أنه غالبا ما نكون غير متأكدين من النتائج التي ستحصل عليها من اتباع حل من الحلول أو اختيار قرار من البدائل المعروضة لحل المشكلة موضع البحث . وبالطبع فإن الحكم على قرار معين بأنه جيد أو سيء لا يتأق إلا بعد تنفيذه . ومعرفة نتائجه . وما لاشك فيه فإن هناك قرارات تظهر نتائجها بعد فترة قصيرة من اتخاذها وهناك أيضا قرارات أخرى لا تظهر نتائجها إلا بعد انقضاء فترة طويلة من اتخاذها وتطبيقها في المثل . ولقد قام الأستاذ إلتز جاكس (1) Jacques بتقسيم أنواع القرارات التي يتخذها الشخص طبقا لفترة التي تمر قبل الحصول على معلومات ونتائج Feedback عن تطبيق هذه القرارات . ولقد قام بتسمية ذلك المدة Time Span — of Feedback . وبالتالي هناك قرارات تعرف نتائجها بسرعة وهناك قرارات لا بد من أن تمر سنوات قبل أن نعرف عما إذا كانت القرارات سليمة أم لا ، وبالتالي قبل أن نعرف عما إذا كانت عملية اتخاذ القرارات كانت فعالة أم لا . ويمكن أن ننظر أيضا إلى أنواع القرارات من حيث درجة توافر المعلومات والبيانات والإرشادات والتوجيهات عند اتخاذ القرار . هنا يمكن تقسيم القرارات إلى فئتين أساسيتين . النوع الأول من القرارات يتمتع بأنه يتعامل مع الموائف التي تتوافر فيها المعلومات والبيانات والإرشادات والتوجيهات وبالتالي فإن عملية اتخاذ القرار تكون بسيطة وسهلة حتى أننا يمكن

---

(1) E.Japues, Measurement of Responsibility : Astudy of Work, Cambridge, Mass, Harvard University Press, 1966.

أن نصميا Routine Decisions أو حتى قرارات مبرمجة Programmed Decisions . هنا لاحظ أن العوامل الشخصية والذين موضوعية للفرد أو المجموعة التي تقوم باتخاذ القرار تتدخل في عملية إتخاذ القرار تدخلا محدوداً . حتى أننا يمكن القول أننا نستطيع أن نعطي هذه البيانات مع الإرشادات الكمبيوتر أو أننا لو أعطيناها لعدة أفراد على أفراد بشكل مستقل فإننا سوف نحصل إلى نتيجة واحدة في عملية إتخاذ القرارات . هذا يختلف طبيعة وشخصية هؤلاء الأفراد . وعلى النحر الآخر هناك نوع آخر من القرارات التي يتم باسمها يتعامل مع مواقف تتميز بعدم توافر بيانات واضحة جلية وإرشادات محددة يستعان بها في إتخاذ القرار . في مثل هذه المواقف يجب بل لابد من الاعتماد على حسن التعرف Discretion والحكم الشخصي Judgment . وأيضاً التذوق Appreciation للفرد أو الحاجة متخذة القرار . في مثل هذه المواقف يصعب الاعتماد على الكمبيوتر حيث أن الكمبيوتر يحتاج إلى موقف واضح عدد بحد . وأيضاً إذا أعطيت هذه المعلومات لعدة أفراد بشكل مستقل فإن كل منهم سوف يتخذ قرار مختلف نظراً لاختلاف قدراتهم الشخصية وباختصار هذا النوع من القرارات يعتمد على الفرائض الشخصية Subjective أو الشخصية Personal في إتخاذ القرارات ويمكن أن نسمي Non-Routine أو Discretionary Decisions وذلك لكي نميزه عن النوع الأول من القرارات . وهناك تقسيمات أخرى لأنواع القرارات التي يتخذها الأفراد أو المنظمات مثلاً القرارات المتكررة Serials أو الغير متكررة العارضة وهكذا .

ومن حيث معرفة النتائج المتوقع الحصول عليها من إتخاذ قرار معين ( اختيار حل معين من الحلول ) فإن هناك نوعين من هذه القرارات :

١ - قرارات يمكن معرفة مقدما In advance وبكل تأكيد With certainty النتائج المتوقع الحصول عليها . بالطبع هنا عملية إتخاذ القرار تعد سهلة وبسيطة للغاية فكل ما نفعه هو فقط تحديد Identifying القرار . أو الحمل الذي يعطي أحسن النتائج ، في مثل هذه المواقف الخطأ الناجم من عملية إتخاذ القرار أقل ما يمكن بل يمكن القول أننا يمكن تفادي خطأ في عملية إتخاذ القرارات . ( errors in decisions are essentially avoided )

٢ — قرارات لا يمكن معرفة مقدما وبشكل محدد Definite النتائج التي يمكن الحصول عليها من اتخاذ قرار معين أو اختيار حل من الحلول البديلة .  
أى أننا نرغب في اتخاذ قرار ( أحسن قرار ) في ضوء المعلومات المتاحة لنا  
وتعطين هذه المعلومات بانها غير أكيدة Uncertain وأيضا أنها معلومات غير كاملة  
Incomplete

وبالطبع فإن النوع الثانى من القرارات هو النوع الأكثر شيوعا في الحياة العملية وبالتالي فإنه عند اتخاذ قرار معين يتم التفكير أولا في نوع المعلومات المطلوبة وهل هي متوافرة أم لا ؟ وما هي تكلفة الحصول عليها حيث أنه لا توجد بيانات بدون تكلفة وعلى ضوء ذلك يتحدد هل من الأفضل الحصول على بيانات إضافية ومن ثم تحمل تكلفة إضافية وبالتالي نحصل على قرار أفضل وأحسن أم من المصلحة الاكتفاء بالبيانات الحالية المتاحة ومن ثم توليد تكلفة الحصول على البيانات الإضافية والاكتفاء أيضا بقرار — فظل ذلك — درجة جودته منخفضة . ومن هنا أصلا يتم المقارنة بين :

( ١ ) التكلفة الإضافية للحصول على البيانات الإضافية ويمكن أن نرمز لها بالرموز من .

(ب) الفرق الإضافى الذى يمكن الحصول عليه باستخدام هذه البيانات الإضافية وهو أصلا الفرق بين النتائج التى نحصل عليها من اتخاذ القرار في ضوء البيانات الإضافية والنتائج التى نحصل عليها من اتخاذ القرار فقط في ضوء البيانات الحالية المتاحة .

وباختصار شديد هو تحديد عما إذا كان هناك جدوى نستحق Does It Worth من تحمل تكلفة الحصول على البيانات الإضافية أم لا ؟

وما لا شك فيه فإن القيمة المتوقعة Expected Value للبيانات الإضافية تعتمد على العوامل الثلاث الآتية :

١ — المعلومات الحالية المتوافرة .

٢ - تكلفة الحصول على البيانات الاحافية .

٣ - النتائج التي تحدث إذا كان القرار عاطفياً .

نماذج القرارات في أحواله عدم التأكد :

عما لا شك فيه فإن قلب عملية اتخاذ القرارات هو الاختيار من بين بدائل

The Choosing of one Course of action From Various Possible courses of action.

وبالتالى فإن عليه اتخاذ القرارات تفصل مجموعة من العناصر كما يلي :

١ - وجود مجموعة من البدائل التي من بينها تتم عملية الاختيار

A set of alternative Courses of action

وبالتطبع إن لم يكن هناك بدائل فليس هناك محل لعملية الاختيار أو إتخاذ القرارات . في أحوال وجود حل واحد للمشكلة فن التطبيعى لا تكون هناك مشكلة أصلاً حيث لا يكون هناك مجالاً للتفكير أو الاختيار فهذا ما نسميه الأمر الواقع ويكون التفكير محصوراً في اتباع هذا الطريق أو عدم اتباعه . فهنا البدائل محدودة في بديلين فقط .

٢ - وجود مجموعة من النتائج المتوقعة التي يمكن الحصول عليها من اتباع البدائل المختلفة .

A Set of Possible Consequences of each Course of action.

يتطلب ذلك :

أولاً : مجموعة من الحوادث Events التي يمكن أن تحدث .

ثانياً : النتائج من ارتباط البدل بالحوادث المختلفة .

The Consequences of each act-event Combination

وبالتطبع فإن النتائج Consequences تتغير إلى تأثير ارتباط البدل بالحدث وأثر ذلك على عنصر من عناصر قياس الأداء وليكن ذلك مثلاً الربح .

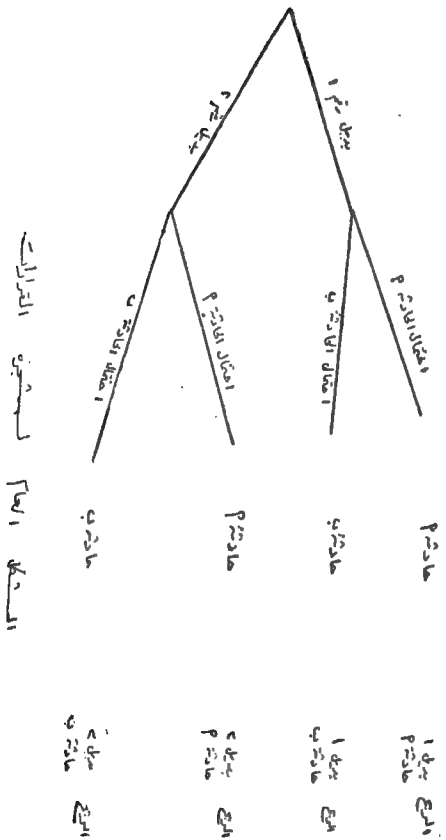
### ٢ — درجة عدم التأكد المرتبطة بالنتائج المحتملة

Degree of Uncertainty Associated With each Possible Consequence.

بمعنى آخر يمثل النموذج الربح للتأثير من اتباع كل بديل .

٤ — المحك الذى بناء عليه يتم اختيار إحدى البدائل . بعد تحديد تأثير ارتباط البديل بالحوادث المختلفة على الربح مثلا فإنه يتم اختيار البديل الذى يعطى أكبر ربح .

ويمكن تمثيل العناصر المختلفة لعملية اتخاذ القرارات على شكل Diagram الذى يسمى شجرة القرار Decision tree هذا الشكل يبرز عملية اتخاذ القرارات في تتابعها خلال مرحلة تحديد البدائل أو القرارات المتاحة Decisions — إلى مرحلة الحوادث المختلفة Events واحتمالات حدوث هذه الحوادث — ثم إلى المرحلة الأخيرة وهي مرحلة النتائج Consequences . والشكل التالي يوضح شكل شجرة القرارات التى تتكون من بدائلين أو قرارين فقط ، حادثتين فقط ثم النتائج المختلفة التى تنتج بسبب تأثير ارتباط البديل بحادثة معينة .



البيع

البيع

البيع

### حالة عملية :

المثال التالي يوضح التواحي السكينة لعملية اتخاذ القرارات في ظل ظروف عدم التأكد . نفرض أن إحدى المنشآت لديها ماكيتين لعبنة منتجاتها إحداها قديمة والأخرى حديثة ويمكن استخدامها في لف وحزم المنتجات قبل توزيعها للعملاء .

يجب على المديرة اختيار أحدهما لعبنة المنتجات لفترة معينة من الزمن حيث أن طاقة مائتين الماكيتين أكبر بكثير من عدد الوحدات المطلوب تعبئتها في أي فترة من الفترات . وبالطبع لا توجد أي مشكلة في عملية لا اختيار هذه إذا تم معرفة جودة الخامات التي ستستخدم بواسطة هذه الماكينات في عملية التعبئة مقدما قبل القيام بعملية التعبئة . فمثلا عند الماكينة الجديدة أكثر كفاءة وفعالية *Most Efficient* بالمقارنة بالماكينة القديمة إذا كانت خامات ومواد التعبئة من نوع جيد ، أما إذا كانت خامات التعبئة من نوع رديء . فإن الماكينة القديمة تكون أكثر كفاءة وفعالية من الماكينة الحديثة حيث أن الماكينة القديمة تعمل على إنسياب الخامات الرديئة المستخدمة في التعبئة بكل أيسر وأسهل أما الماكينة الحديثة فإنها تتعطل كثيرا إذا ما تم استخدام مواد رديئة في عملية التعبئة .

هنا المشكلة الرئيسية تتلخص في اتخاذ قرار في ظل عدم توافر المعلومات أو بمعنى آخر في ظل غياب جودة الخامات المستخدمة في عملية التغليف . مما لا شك فيه فإن إنتاجية الماكينة في الساعة وبالتالي ربحيتها تتأثر بجودة مواد التغليف ، هذه المواد قد تكون من جودة جيدة ، أو جودة رديئة غير أن نوع الجودة ( جيد أو رديء ) لا يمكن معرفته قبل اتخاذ القرار . وإليك البيانات الإضافية الآتية :

١ - من التجربة السابقة المتعلقة بمواد التغليف ، كانت ٨٠٪ من المواد التي تم تصليها بواسطة هذه المنشأة مواد من نوع جيد ، ٢٠٪ من نوع رديء .

٢ - عند استخدام الماكينة القديمة ، كانت إنتاجيتها في الفترة السابقة ٢٤ وحدة في الساعة بمقدار أرباح قدرها ٢٠٠ ج إذا كانت مواد التغليف المستخدمة

( م ٢ - بحوث )

من نوع جيد . أما إذا كانت مواد التغليف المستخدمة من نوع رديء فإن إنتاجيتها في الساعة عبارة عن ١٢ وحدة معلقة أرباح قدرها ١٦٠ ج .

٣ - عند استخدام الماكينة الجديدة . كانت إنتاجيتها في الفترة السابقة ٣٣ وحدة في الساعة معلقة أرباح عن الفترة قدرها ٢٤٠ جنياً ، إذا كانت مواد التغليف المستخدمة من نوع جيد . أما إنتاجيتها في حالة عما إذا كانت مواد التغليف من نوع رديء في الساعة فلقد كانت ٦ وحدات معلقة أرباح فقط قدرها ٨٠ ج .

بمعرفة المعلومات المطاه سابقاً هل ننصح باستخدام الماكينة الجديدة أو القديمة وذلك لتحقيق أكبر أرباح ممكنة .

يمكن تلخيص المعلومات المعطاه في الجدول التالي :

مردم تبلیغ من نوع رده	مردم تبلیغ من نوع جدید	نوع
الربح من الفترة الإنتاجية في الساعة	الربح من الفترة الإنتاجية في الساعة	
١٦٠ وحدة	٧٠٠ جنيا	الهدية
٨٠ وحدة	٣٤٠ جنيا	الهدية

في حضور: ١١ - خمسة، المطربين إختيار احمد المالكي

بما لا شك فيه :

١ - إذا كانت مواد التنظيف المستخدمة من نوع جيد فإن الماكينة الجديدة أكثر كفاءة ويجب استخدامها .

٢ - إذا كانت مواد التنظيف المستخدمة من نوع ودي فإن الماكينة القديمة أكثر كفاءة ويجب استخدامها .

فهر أن الأمر ليس بهذه البساطة حيث أنه لا يمكن معرفة جودة مواد التنظيف قبل اختيار الماكينة وقبل إتمام عملية التنظيف فعلا . ولكن يوجد لدينا بيان بخصوص جودة الحامات الخاصة بالتنظيف عن الفترة السابقة وهو :

٨٠ ٪ من الحامات المستخدمة في التنظيف كانت من نوع جيد .

٢٠ ٪ من الحامات المستخدمة في التنظيف كانت من نوع ودي .

سوف ننظر لهذه المشكلة في ضوء عناصر عملية اتخاذ القرارات الأربعة السابق تعريفهم وم :

١ - البدائل المتاحة . ٢ - النتائج الممكنة لكل بديل .

٣ - درجة عدم التأكد . ٤ - الخسائر التي سيستخدم .

أولا : البدائل المتاحة : هنا يوجد أمام الإدارة بديلين فقط :

(١) تشغيل الماكينة الجديدة . (ب) تشغيل الماكينة القديمة .

ثانياً : النتائج الممكنة لكل بديل : يجب أولاً تحديد الحوادث الممكنة لكل بديل (الحوادث التي يمكن أن تحدث مع كل بديل من البدائل) . هنا الحوادث الممكنة هي :

(١) استلام خامات من نوع جيد . (ب) استلام خامات من نوع ودي .

بعد ذلك يتم ربط أو دمج أو Combine كل بديل مع الحوادث المختلفة وذلك للحصول على النتائج المتوقعة لكل بديل كما هو موضح في الصفحة التالية :

المساحة (هكتار)	جودة التربة	الاستعمال	الربح المتوقع	المساحة
2.40	خيدة	80%	8190	فيضيل الساكنية الخيرية
2.16	ردئية	40%	8190	فيضيل الساكنية الخيرية
2.40	ردئية	28%	8190	فيضيل الساكنية الخيرية
2.00	ردئية	20%	8190	فيضيل الساكنية الخيرية

يلاحظ من الشكل السابق أن نتيجة دمج Combining البديل مع الحادثة  
Act-overze يحدث نتائج كما يلي :

النتائج	الحادثة	مع	البديل	دمج
ج ٢٠٠ =	استلام خامات جديدة	X	تعفيل الماكينة القديمة	
ج ١٦٠ =	استلام خامات رديئة	X	تعفيل الماكينة القديمة	
ج ٢٤٠ =	استلام خامات جديدة	X	تعفيل الماكينة الجديدة	
ج ٨٠ =	استلام خامات رديئة	X	تعفيل الماكينة الجديدة	

ملاحظاً : كما بينا فيما سبق أن استخدام الاحتمالات يسمح بإعطاء وصف واضح  
للقدار عدم التأكد الواجب تخصيصها لكل حادثة . من البيانات المدخلة فيما سبق  
أمكن معرفة من الخبرة الماضية معدلات وصول واستلام خامات جديدة ومعدلات  
وصول واستخدام خامات رديئة . وبفرض أن الظروف الأخرى هي على ما عليه  
فلو أننا يمكن الاعتماد على ذلك في تخصيص الاحتمالات لحوادث المختلفة المستقبل كما يلي :

الخبرة الماضية	الاحتمالات المخصصة
٨٠ / من الخامات التي تم تسلمها من نوع جيد	تخصيص الاحتمال ٨٠ , الحادثة خامات جيدة سيتم استلامها
٢٠ / من الخامات التي تم تسلمها من نوع رديء	تخصيص الاحتمال ٢٠ , الحادثة خامات رديئة سيتم استلامها

وهنى ذلك ما يلي :

- أن احتمال تحقيق ربح ٢٠٠ ج عبارة عن ٨٠ %
- أن احتمال تحقيق ربح ١٦٠ ج عبارة عن ٢٠ %
- أن احتمال تحقيق ربح ٢٤٠ ج عبارة عن ٨٠ %
- أن احتمال تحقيق ربح ٨٠ ج عبارة عن ٢٠ %

رأياً : الحكم الذي يجب استخدامه لاختيار البديل :

بعد مبدأ تنظيم الربح أو أكبر ربح ممكن عمكاً أساسياً يمكن استخدامه في

أغلبية الأحوال وذلك لاختيار أحسن البدائل . ويظهر لنظر الربح المتوقع Expected Profit إلى ذلك المحك . والربح المتوقع هو عبارة عن متوسط الربح الذي يتحقق لكل بديل أخذين في الاعتبار الاحتمالات وأيضاً الأرباح المتوقعة من كل بديل كما يلي :

الصيغة العامة لتحديد الربح المتوقع :

الربح المتوقع البديل = الربح الناتج × احتمال + الربح الناتج × احتمال وهكذا . وبالتالي لكي نحسب الربح المتوقع من استخدام الآلة القديمة فإننا نضرب الربح الناتج ٢٠٠ ح في احتمال حدوثه وهو ٨٠٪ ثم نضيف الناتج حاصل ضرب الربح الناتج ١٦٠ ج في احتمال حدوثه وهو ٢٠٪ . مجموع ذلك سيكون ١٩٢ ج وهو الربح المتوقع من استخدام الماكينة القديمة كما يلي :

$$\text{الربح المتوقع من استخدام الماكينة القديمة} = ٢٠٠ \times \frac{٨٠}{١٠٠} + ١٦٠ \times \frac{٢٠}{١٠٠}$$

$$= ١٩٢ \text{ جنيه}$$

وكذلك بالنسبة للماكينة الجديدة :

$$\text{الربح المتوقع} = ٢٤٠ \times \frac{٨٠}{١٠٠} + ٨٠ \times \frac{٢٠}{١٠٠}$$

$$= ٢٠٨ \text{ جنيه}$$

ولما كان أعلى ربح متوقع Highest Expected profit هو ٢٠٨ جنيه وذلك يرتبط بالقرار ACT الخاص باستخدام الماكينة الجديدة وبالتالي فإننا ننصح الإدارة بأن تقوم بتفضيل الماكينة الجديدة . وبما لا شك فيه فإن القرار سوف يختلف إذا اختلفت :

- ١ - احتمالات استلام خدمات جيدة أو رديئة .
  - ٢ - إنتاجية الماكينات المختلفة في الأحوال المختلفة لاستلام مواد تجميعه .
- بجودة مختلفة .

مثال :

نفرض أن أحد مصانع لعب الأطفال يرغب في اختيار تصميم معين لإحدى .

اللعبة لطرحه في السوق العام القادم ( اللعبة عبارة عن عروسة أطفال ) . أمام هذا المنتج أربعة تصميمات مختلفة لهذه العروسة :-

- التصميم الأول يعمل بمجموعة من الحركات ( يسمى في السوق النور ) .
  - التصميم الثاني يعمل بمجموعة من السوست ( يسمى في السوق الكرم ) .
  - التصميم الثالث يدوي ( يسمى في السوق الكمال ) .
  - التصميم الرابع يعمل بجهاز إلكترونيك صغير ( يسمى في السوق الرضا )
- بالرغم من أن التصميمات المختلفة تعمل بطرق مختلفة إلا أن الرغيفة التي تؤدّيها العروسة واحدة وهي الكلام - الغناء - البكاء - السير - الجلوس .

يتم توزيع هذا المنتج بواسطة موزعين ويبلغ متوسط سعر العروسة ١٠ ح وبالمطّبع فإن هذا المنتج سوف يختار التصميم الذي يعطى له أكبر مساهمة في أرباحه الكلية .

التصميم الأول يحتاج إلى معدات ١٠٠,٠٠٠ جنيه ولكن تكلفة الوحدة المتغيرة عبارة عن ٥ جنيهات .

التصميم الثاني يحتاج إلى معدات ١٦٠,٠٠٠ جنيه ولكن تكلفة الوحدة المتغيرة عبارة عن ٢ جنيه .

التصميم الثالث يحتاج إلى معدات ٢٠٠,٠٠٠ جنيه وتكلفة الوحدة المتغيرة عبارة عن ٢ جنيه .

التصميم الرابع يحتاج إلى معدات ٥٠٠,٠٠٠ جنيه وتكلفة الوحدة المتغيرة عبارة عن جنيهان فقط .

جميع أنواع التكاليف الأخرى لا تختلف من تصميم إلى آخر .  
والجدول الآتي يبين التكاليف المختلفة لهذه التصميمات الأربعة :

التصميم	تكاليف المداق	تكلفة الرصعة	التكاليف الأخرى
البرد	ع ١٠٠,٠٠٠	ع ٥	ع ٢٠٠,٠٠٠
السكرم	ع ١٦٠,٠٠٠	ع ٤	ع ٢٠٠,٠٠٠
السكر	ع ٤٠٠,٠٠٠	ع ٢	ع ٢٠٠,٠٠٠
الرصا	ع ٥٠٠,٠٠٠	ع ٢	ع ٢٠٠,٠٠٠

ومن المعروف أن الطلب على هذا النوع من المراس غير أكيد وتوزيع الإدارة أن إحدى العوائد الآتية قد تمسحت :

طلب خفيف	في حدود ٢٥,٠٠٠ وحدة
طلب متوسط	في حدود ١٠٠,٠٠٠ وحدة
طلب مرتفع	في حدود ١٥٠,٠٠٠ وحدة

ويم حساب الربح كما يلي :

الربح الناتج = الإيراد - التكاليف المتغيرة - التكاليف الثابتة .

في هذا المثال تم الأخذ في الاعتبار أن الطلب قد يكون خفيف ، متوسط أو مرتفع غير أنه في الحياة العملية قد يكون لدينا مئات الآلاف من المرافف المختلفة للطلب وليس فقط ثلاثة مواقف كما هو موضح في مثالنا هذا . وأيضاً في مثالنا هذا تم أخذ في الاعتبار أربعة تصميمات للنتج ، غير أنه في الحياة العملية قد تكون لدينا مئات أو آلاف التصميمات . ولكن هذا الأسلوب الذي نستخدمه في حل مشاكلنا البسيطة هذه يمكن أن يستخدم لحل المشاكل الأكثر تعقيداً .

يحتاج الأمر لحل هذه المشكلة معرفة تقديرات قسم بحوث التسويق بخصوص حالة السوق المقبلة ولنفرض أن نتائج دراسات التسويق تشير بما يلي :

حالة السوق	الاحتمال
طلب خفيف	٣٠٪
طلب متوسط	٤٠٪
طلب مرتفع	٣٠٪

ولحل هذه المشكلة يتطلب حساب الربح الناتج من كل تصميم في الظروف المختلفة للسوق كما يلي :

قسمت اول :

لغات	مدارحانات	البراد	مكتبة	مكتبة	مكتبة
طلب بقیہ	۷۵۰۰۰	۷۵۰۰۰	۱۷۵۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۷۵۰۰۰
طلب متوسط	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰
طلب مرتبہ	۱۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۷۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۷۵۰۰۰۰

## قسم الكرم :

المسردى	عدد الرصدات المباشرة	الإيراد	مكافأة التجهيز	مكافأة التتابع	الربح المتأخر
طلب جيب	٢٩٠,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	١٦٠,٠٠٠	(١٠٠,٠٠٠)
طلب متوسطة	١٠٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	٤٠٠,٠٠٠	١٦٠,٠٠٠	٤٤٠,٠٠٠
طلب مرتفع	١٥٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	٢٠٠,٠٠٠	١٦٠,٠٠٠	٧٤٠,٠٠٠

سليم الكحل:

الموارد	عدد الوحدات المباعة	الإيراد	التكلفة المتغيرة	التكلفة الثابتة	الربح المساهم
طلب جديد	٢٥,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	٧٥,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠	( ١٧٥,٠٠٠ )
طلب متوسط	١٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠	٢٠٠,٠٠٠	٤٠٠,٠٠٠
طلب مرتفع	١٥٠,٠٠٠	١,٥٠٠,٠٠٠	٤٥٠,٠٠٠	٢٠٠,٠٠٠	٣٥٠,٠٠٠

١  
٢  
١

### تقسيم الرشا:

المركبات	عدد المركبات الناتجة	الأنواع	الكثافة النوعية	الكثافة النوعية	الرشح النوعية
الرشح الخفيف	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	(٢٥٠٠٠)
الرشح متوسط	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	٢٥٠٠٠
الرشح الثقيل	١٥٠٠	١٥٠٠	١٥٠٠	١٥٠٠	٢٥٠٠

خطوات حل المشكلة:

أولاً: تحديد البدائل

نتأخذ بديل هذه المشكلة لها يلي:

- ١ - إنتاج تصميم القرد
- ٢ - إنتاج تصميم الكرم
- ٣ - إنتاج تصميم الكمال
- ٤ - إنتاج تصميم الرضا

ثانياً: تحديد النتائج المحيطة لكل بديل

وفي هذه المرحلة يتم دمج أو عمل تزاوج بين كل بديل والحوادث المختلفة الممكن حدوثها كما يلي:

إنتاج تصميم القرد	وطلب خفيف = ٢٥,٠٠٠ ج كريح
• • •	• وطلب متوسط = ٤٠٠,٠٠٠ ج
• • •	• وطلب مرتفع = ٦٥٠,٠٠ ج
إنتاج تصميم الكرم	وطلب خفيف = ١٠,٠٠٠ ج كخسارة
• • •	• وطلب متوسط = ٤٤,٠٠٠ ج كريح
• • •	• وطلب مرتفع = ٧٤٠,٠٠٠ ج
إنتاج تصميم الكمال	وطلب خفيف = ١٢٥,٠٠٠ ج كخسارة
• • •	• وطلب متوسط = ٤٠٠,٠٠٠ ج كريح
• • •	• وطلب مرتفع = ٧٥٠,٠٠٠ ج
إنتاج تصميم الرضا	وطلب خفيف = ٢٠٠,٠٠٠ ج كخسارة
• • •	• وطلب متوسط = ٢٠٠,٠٠٠ ج كريح
• • •	• وطلب مرتفع = ٧٠٠,٠٠٠ ج

ويتم تبني ذلك حل خجيرة لقرارات كما يلي:

دليل

او مقام

صالح اسون

مبلغ

لبنه قنبر	۲۵,۰۰۰
لبنه شمس	۴۰,۰۰۰
لبنه قنبر	۱۰۰,۰۰۰
لبنه قنبر	(۱۰-۱۰۰۰)
لبنه قنبر	۴۰,۰۰۰
لبنه قنبر	۷۰,۰۰۰
لبنه قنبر	(۱۴۵,۰۰۰)
لبنه قنبر	۴۰,۰۰۰
لبنه قنبر	۷۰,۰۰۰
لبنه قنبر	(۲۰۰,۰۰۰)
لبنه قنبر	۴۰,۰۰۰
لبنه قنبر	۷۰,۰۰۰

ثالثاً : تحديد درجة عدم التأكد المصاحبة لكل ناتج من النواتج الممكنة  
لقد قمنا فيما سبق بتحديد الاحتمالات المختلفة المصاحبة لأحوال السوق  
المختلفة بالآتي :

٣٠ ٪	أن يكون الطلب مخيف
٤٠ ٪	أن يكون الطلب متوسط
٣٠ ٪	أن يكون الطلب مرتفع

وبالتالي فإن الاحتمالات المختلفة كإيلي :

احتمال تحقيق الـ ٢٥٠.٠٠٠ ج كربح عبارة عن ٢٠ ٪

د د د ٤٠٠.٠٠٠ ج د د ٤٠ ٪

د د د ٦٥٠.٠٠٠ ج د د ٣٠ ٪

احتمال تحقيق الـ ١٠٠.٠٠٠ ج كخسارة عبارة عن ٢٠ ٪

د د د ٤٠٠.٠٠٠ ج كربح عبارة عن ٤٠ ٪

د د د ٧٤٠.٠٠٠ ج د د ٣٠ ٪

احتمال تحقيق الـ ١٢٥.٠٠٠ ج كخسارة عبارة عن ٢٠ ٪

د د د ٤٠٠.٠٠٠ ج كربح د د ٤٠ ٪

د د د ٧٥٠.٠٠٠ ج كربح د د ٣٠ ٪

احتمال تحقيق الـ ٣٠٠.٠٠٠ ج كخسارة عبارة عن ٣٠ ٪

د د د ٣٠٠.٠٠٠ ج كربح د د ٤٠ ٪

د د د ٧٠٠.٠٠٠ ج كربح د د ٣٠ ٪

ولمّا: تحديد الربح المتوقع من كل بديل كما يلي:

[إنتاج تصميم التور

$$\frac{40}{100} \times 400,000 + \frac{30}{100} \times 250,000 = \text{الربح المتوقع}$$

$$\frac{30}{100} \times 150,000 +$$

$$19000 + 16000 + 7500 =$$

$$42000 = \text{جنيهاً}$$

[إنتاج تصميم الكرم

$$740,000 + \frac{40}{100} \times 440,000 + \frac{30}{100} \times (10,000) = \text{الربح المتوقع}$$

$$\frac{30}{100} \times$$

$$222,000 + 176,000 + 3,000 =$$

$$390,000 = \text{ج}$$

[إنتاج تصميم الكمال

$$\frac{40}{100} \times 400,000 + \frac{30}{100} \times (125,000) = \text{الربح المتوقع}$$

$$\frac{30}{100} \times 750,000 +$$

$$225,000 + 160,000 + (175,000) =$$

$$225,000 + 122,000 =$$

$$347,000 = \text{ج}$$

[إنتاج تصميم الرضا

$$\frac{40}{100} \times 200,000 + \frac{30}{100} \times (200,000) = \text{الربح المتوقع}$$

$$\frac{30}{100} \times 700,000 +$$

$$٢١٠,٠٠٠ + ١٢٠,٠٠٠ + (٩٠,٠٠٠) =$$

$$٤٢٠,٠٠٠ ج$$

ملخص الربح المتوقع من التسميمات المختلفة

الربح المتوقع	التسميم
٤٢,٠٠٠	النور
٣٩٥٠٠٠	السكرم
٣٤٧٥٠٠	السيكال
٢٤٥٠٠٠	الرضا

وواضح أن النتائج تؤيد إنتاج تسميم السكرم وذلك لأنه يعطي أكبر ربح متوقع .

### — مشاكل —

١ — في المثال السابق شرجه الخاص بمصنع لعب الأطفال المطلوب تحديد التسميم الذي يعطي أكبر ربح ممكن إذا كانت أحوال السوق كما يلي :

حالة السوق	الاحتمال	الاحتمال
طلب خفيف	١٠	٢٠
طلب متوسط	٧٠	٥٠
طلب مرتفع	٢٠	٣٠

٢ — من الجدول الآتي المطلوب تحديد الربح المتوقع لكل بديل وما هو البديل الواجب اختياره .

الحوادث	الاحتمال	بدل ١	الربح الناتج بدل ٢	بدل ٣
١ ج	٣ ,	١٠,٠٠٠ ج	٢٠,٠٠٠	٥,٠٠٠
٢ ج	٥ ,	٥,٠٠٠	(١٠,٠٠٠)	١٠,٠٠٠
٣ ج	٢ ,	١٥,٠٠٠	١٠,٠٠٠	١٠,٠٠٠

٢ - ترغب إحدى مصانع الأدوات للكهربائية في اختيار تصميم لأحدى  
النماذج الفلورسنت للعام القادم من بين ثلاثة تصميمات مروضة أمام الإدارة  
كما يلي :

التصميم	التكاليف الثابتة	التكلفة المتغيرة
أ	١٠٠,٠٠٠ ج	٢٠ ج للدقة
ب	٥٠,٠٠٠ ج	٣٥ ج
ج	٢٠٠,٠٠٠ ج	١٠ ج

سوف يتم بيع المصنعة بمقدار ٥٠ ج ويتوقع بيع ٤٠٠٠ وحدة أو  
٨٠٠٠ وحدة أو ١٢٠٠٠ وحدة وعموماً أن هذه المقترحات مقسومة في احتمال  
حدوثها .

المطلوب اختيار التصميم الذي تعتقد أنه مناسب للإدارة .

٤ - ترغب شركة أكرم وكامل - شركة تقديم خدمات متعلقة  
بالكمبيوتر والحاسبات الآلية - في توسيع نطاقها وذلك بإنتاج نوع من  
المعدات الالكترونية وذلك لتسويقه محلياً ودولياً ، من الطبيعي يجب الحصول  
على أموال إضافية . وذلك لبناء المصنع الجديد وتشييده . وأمام أكرم وكامل  
ثلاثة بدائل للحصول على هذه الأموال الإضافية :

(١) إصدار أسهم إضافية .

(ب) بيع سندات .

(ج) إصدار أسهم ممتازة ليس لها حق التصويت .

ومن الطبيعي فإن إصدار الأسهم الإضافية سوف يزيد من عدد المنفعة على الاقتراض في المستقبل غير أنه في نفس الوقت سيقبل من مقدار ملكية أكرم وكامل في الشركة وهي حالياً ١٠٠٪ كما أنها ستقبل من مقدار السلطة التي يمتلكونها في إدارة ورقابة أعمالها لدخول ملك جديد نتيجة إصدار الأسهم الإضافية .

وإصدار السندات سوف يسمح للملاك الحاليين بالحصول على كل المزايا من التوسع الجديد ولكن قد يتعرض المنشأة للخطورة وبالتالي التصفية إذا ثبت أن التوسع الجديد غير ناجحاً .

كما أن إصدار الأسهم الممتازة لن يؤثر على حق الملكية والرقابة لأكرم وشريكه كامل ولكن سيقبل من أرباحهم بسبب وجود الأسهم الممتازة .  
والجدول الآتي يلخص النواحي المختلفة المتعلقة بكل مصدر من مصادر التمويل:

مصادر التمويل المختلفة

النتائج المحسنة

إصدار أسهم عكازة	إصدار حثافات	إصدار أسهم إضافية	نتائج
٤,٠٠٠,٠٠٠ ج ٨	٣,٥٠٠,٠٠٠ ج ٧	٥,٠٠٠,٠٠٠ ج ٥	١ - صافي الأرباح . ٢ - الربح لكل سهم عادي .
١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	٣ - سيطرة أكبر و كامل على الملكية . ٤ - حد الائتمان الممكن المقبول عليه .
٥٠٠,٠٠٠ ج ٤	٤٠٠,٠٠٠ ج ٤	١,٠٠٠,٠٠٠ ج ١	٥ - الأرباح المتاحة لتوزيعات المادية .
٤,٠٠٠,٠٠٠ ج ٨	٣,٥٠٠,٠٠٠ ج ٧	٥,٠٠٠,٠٠٠ ج ٥	٦ - الحد الأقصى للتوزيعات الممكنة لكل سهم عادي .

المطلوب تحديد لكل هدف من الأهداف الآتية المقاييس المناسبة للنتائج  
تم استخدامه وذلك لتحديد أحسن وأسوأ بديل من البدائل المختلفة المتاحة  
لتحويل هذا التوسع الإضافي :

- ١ - الاحتفاظ بأعلى نسبة ممكنة للسيطرة والرقابة لأكرم وكامل .
- ٢ - تعظيم أرباح الأسهم الخاصة بأكرم وكامل .
- ٣ - تعظيم إمكانية الحصول على قروض قصيرة الأجل .
- ٤ - تعظيم التوزيعات الممكنة لعائلة أكرم وكامل .

## الفرص المضاعة في عملية اتخاذ القرارات

### Opportunity Losses In Decision Making

لنتناول في هذا الجزء التكلفة التي قد تحملها نتيجة ولزوع أخطاء في عملية اتخاذ القرارات وذلك بسبب توافر ظروف عدم التأكد .

Cost of errors due to uncertainty

بعبارة أخرى ، الفرصة المضاعة ، هي الفرصة الضائعة أو الخسارة التي تتحقق نتيجة عدم اختيار أحسن الحلول أو القرارات من حيث ربحيتها .

#### الفرص المضاعة في ظل ظروف التأكد :

لنعود إلى المثال الخاص بماكينات التعمية السابق عرضه . لنفرض أننا نعمل في ظل ظروف التأكد وأن جودة الخامات ( الأخشاب ) معروفة بشكل مؤكد . . أن الخامات جودتها جيدة . الشكل التالي يبين شجرة القرار بشأن هذا الموقف :

الاصحاح

المحركات

المرجع

الفرصة المضمونة

م.ج

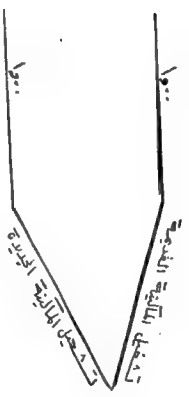
م.ج

جديدة

م.ج

م.ج

جديدة



المعرض المصنعة لتزويد في على طرقت وفائدة

طبيعى فى مثل هذا الموقف يتم إختيار القرار أو الحل ذات أقصى ربح يمكن أن ينتج من الحل أو القرار . هنا الحل هو استخدام الماكينة الجديدة وسمى منحنى ٢٤٠ جنيه كإرباح وواضح أنها أحسن من الماكينة القديمة التى سيتمتع من استخدامها فقط ٢٠٠ جنيه كإرباح .

والشكل السابق يوضح أن هناك فرصة مضاعفة لكل حل من الحلول المتاحة . فللقرار استخدام الماكينة القديمة نجد أن الربح الممكن تحقيقه عبارة عن ٢٠٠ جنيه . ولكن هذا الربح يقل بمقدار ٤٠ جنيه عن الربح الممكن تحقيقه ( ٢٤٠ جنيه ) فى حالة اتخاذ القرار الآخر وهو استخدام الماكينة الجديدة . هذا الفرق وقدره ٤٠ جنيه يمثل الفرصة المضاعفة للقرار الخامس باستخدام الماكينة القديمة . يسمى هذا الفرق أيضا بتكلفة خطأ القرار

#### Cost of Decision Error

ويلاحظ أنه دائما تكون تكلفة خطأ أحسن قرار Best Decision عبارة عن صفر أى بمعنى آخر الفرصة المضاعفة لأحسن قرار عبارة عن صفر وطبيعى أن الفرصة المضاعفة لا يمكن أن تكون رقم سالب . ومن المعروف أن الربح المفقود فى حالة اتخاذ أحسن قرار عبارة عن صفر .

لتفرض أن هناك أربعة قرارات يمكن اتخاذ أى منهم بخصوص إحدى المشروعات وأيضا الربح المتوقع من كل منهم :

الربح المتوقع	القرار
٢٠٠ جنيه	أ
٢٠٠ جنيه	ب
٤٠٠ جنيه	ج
١٥٠ جنيه	د

وبالتالى فإن الفرص المضاعفة لكل من هذه القرارات كما يلى :

الفرصة المضاعفة	القرار
١٠٠	أ
٢٠٠	ب
صفر	ج
٢٥٠	د

ولقد تمّ تجهيد الفرص المضاعة عن طريق طرح الربح المتوقع من أى قرار من الربح المتوقع من أحسن قرار وفى هذا المثال يعد القرار (ج) أحسن قرار وطبيعى أن الفرصة المضاعة لهذا القرار عبارة عن صفر .

وإذا تمّ التعبير عن كل قرار بمقدار الفرصة المضاعة الخاصة به فإنه يمكن استخدام الفرصة المضاعة كمعيار (criterion) وذلك للمفاضلة بين القرارات المختلفة وطبيعى أن أحسن قرار عبارة عن ذلك القرار الذى تكون فرصته المضاعة عبارة عن صفر ، فإذا عدنا للشكل السابق فإنا نصدد الفرص المضاعة الآتية :

الفرصة المضاعة	القرار
٤٠ جنيه	استخدام الماكينة القديمة
صفر	استخدام الماكينة الجديدة

وبالطبع فإن أقل فرصة مضاعة عبارة عن صفرو هى خاصة بالقرار الذى يعطى أعظم ربح ، استخدام الماكينة الجديدة . . وبالتالي فإن القرار الذى يجب اتخاذه :

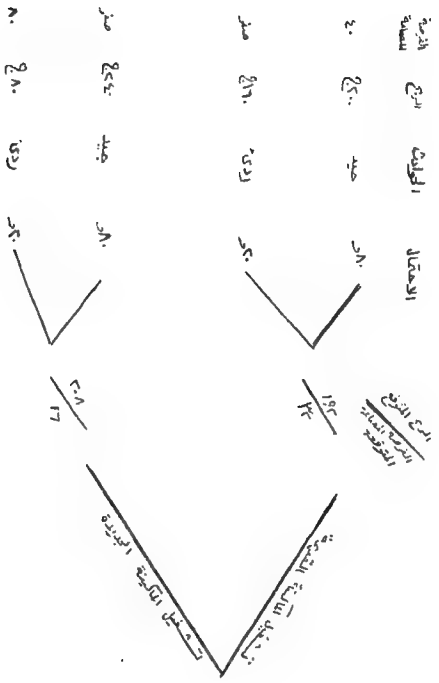
( ١ ) القرار الذى يعطى أكبر ربح .

أو (ب) القرار الذى يحقق أقل فرصة مضاعة .

غير أن هذا المثال بسيط ويمثل ظروف التاكيد وبالتالي نتوقع أن تكون تكلفة عدم التاكيد (Cost of Uncertainty) عبارة عن صفر وذلك لأنه لا يوجد أضلا ظروف عدم تاكيد . ولكن فى ظل ظروف عدم التاكيد فإن الوضع يختلف حيث أن الفرصة المضاعة تكون اكبر من صفر . حيث أن فى ظروف عدم التاكيد لا يمكن معرفة بشكل مؤكد النتائج المتوقع تحقيقها من أى قرار وبالتالي لا يمكن نفاذى إمكانية وقوع خطأ فى عملية اتخاذ القرار .

الفرص المضاعة فى ظل ظروف عدم التاكيد :

لنعدو للمثال الخاص بماكينة التمثبة وأيضاً نفترض أن جودة الخامات غير مؤكدة . الشكل التالى يبر عن هذه المشكلة :



الفرس المضاعفة في كل طرف عدم التأكد

بين الشكل السابق أن لكل قرار هناك فرصة مضاعفة ، فكما أن لكل قرار ربح معين تتوقع تحقيقه فأبينا لكل قرار ربح مفقود وهذا يعادل الفرصة المضاعفة لهذا القرار .

### كيفية حساب القرص المضاعفة :

لكي نحسب القرص المضاعف يجب أن نفترض مؤقتا أن حادثة معينة ستتحقق مثلا أن الخامات ستكون جيدة . ثم نقوم بتحديد أحسن قرار في هذا الموقف أرقام الربح في هذا الموقف عبارة عن ٢٠٠ ج ، ٢٤٠ ج . سيكون الربح ٢٠٠ ج إذا تم تشغيل الماكينة القديمة ، ٢٤٠ ج إذا تم تشغيل الماكينة الجديدة وواضح أن أقصى ربح عبارة عن ٢٤٠ جنيه . ولما كان تشغيل الماكينة القديمة يحقق ربحا قدره ٢٠٠ ج فقط ، يقل بمقدار ٤٠ ج عن حالة تشغيل الماكينة الجديدة فإن الفرصة المضاعفة ( الربح المفقود ) في حالة تشغيل الماكينة القديمة عبارة عن ٤٠ ج .

أما إذا تم تشغيل الماكينة الجديدة فإن الفرصة المضاعفة ( الربح المفقود ) عبارة عن صفر حيث أنه لا يوجد حل أفضل من هذا الموقف .

∴ إذا فرضنا أن الخامات ستكون من نوع جيد

تشغيل الماكينة القديمة	الفرصة المضاعفة ٤٠ ج
الجديدة	صفر

نفترض أيضا بصفة مؤقتة أن الخامات ستكون من نوع ردي . أرقام الربح في هذا الموقف عبارة عن ١٦٠ ج ، ٨٠ ج . سيكون الربح ١٦٠ ج في حالة تشغيل الماكينة القديمة ، ٨٠ ج في حالة تشغيل الماكينة الجديدة . وواضح أن أقصى ربح عبارة عن ١٦٠ ج . ولما كان تشغيل الماكينة الجديدة يحقق ربحا قدره ٨٠ ج فقط ، يقل بمقدار ٨٠ ج عن حالة تشغيل الماكينة القديمة فإن الفرصة المضاعفة ( الربح المفقود ) في تشغيل الماكينة الجديدة عبارة عن ٨٠ ج . أما إذا تم تشغيل الماكينة القديمة فإن الفرصة المضاعفة

المضاعة (الربح المفقود) عبارة عن صفر حيث أنه لا يوجد حل أفضل من هذا الموقف.

١٠. إذا فرضنا أن الخانات ستكون من نوع رديء.

القرار	الفرصة المضاعة
تفعيل الماكينة الجديدة	٨٠ ج
القديمة	صفر

الأرباح والفرص المضاعة لكل قرار :

القرار :	الربح	الفرصة المضاعة
تفعيل الماكينة الجديدة والخانات جيدة	٢٤٠	صفر
» » » » رديئة	٨٠	٨٠
تفعيل الماكينة القديمة والخانات جيدة	٢٠٠	٤٠
» » » » رديئة	١٦٠	صفر

حساب الربح المتوقع والفرصة المضاعة المتوقعة :

القرار :	الربح	الفرصة المضاعة	الاحتمال
تفعيل الماكينة الجديدة والخانات جيدة	٢٤٠	صفر	٨٠
» » » » رديئة	٨٠	٨٠	٢٠
» » » » القديمة والخانات جيدة	٢٠٠	٤٠	٨٠
» » » » رديئة	١٦٠	صفر	٢٠

الربح المتوقع في حالة تفعيل الماكينة الجديدة

$$,١٠ \times ٨٠ + ,٨٠ \times ٢٤٠ =$$

$$ج ٢٠٨ = ١٦ + ١٩٢ =$$

الفرصة المضاعفة المتوقعة في حالة تشغيل الماكينة الجديدة :

$$= \text{صفر} \times ٨٠ + ٢٠ \times ٨٠$$

$$= \text{صفر} + ١٦$$

$$= ١٦ \text{ ج}$$

الربح المتوقع في حالة تشغيل الماكينة القديمة

$$= ٢٠ \times ٨٠ + ٢٠ \times ١٦٠$$

$$= ٢٢ + ١٦٠$$

$$= ١٩٢ \text{ ج}$$

الفرصة المضاعفة المتوقعة في حالة تشغيل الماكينة القديمة :

$$= ٨٠ + \text{صفر} \times ٢٠$$

$$= ٢٢ + \text{صفر}$$

$$= ٢٢ \text{ ج}$$

والجدول الآتي يلخص هذه النتائج :

القرار	الربح المتوقع	الفرصة المضاعفة المتوقعة
تشغيل الماكينة الجديدة	٢٠٨	١٦
تشغيل الماكينة القديمة	١٩٢	٢٢

وواضح من الجدول السابق أن القرار ذو أقصى ربح ممكن هو ذلك القرار الذي تكون له فرصة مضاعفة أقل (ربح مفقود أقل) .

أيضا أن أحسن قرار له فرصة مضاعفة قدرها ١٦ جنيها وليس صفر كما رأينا في حالة ظروف التأكد .



مجال الإستثمار ح :

الربح المتوقع	الإحتمال
ح ١٢٠	,٤٦
ح ١٥٠	,١٣
ح ١١٠	,٢١

٣ - يرغب أحد الأشخاص اختيار إحدى مجالات الإستثمار من بين البدائل الآتية :

البديل الأول : يحقق ربح مؤكد قدره ١٠,٠٠٠

البديل الثاني : يحقق ربح غير مؤكد كما يلي :

٥٠,٠٠٠ ح وذلك بإحتمال قدره ٧٠٪

صفر ح وذلك بإحتمال قدره ٣٠٪

المطلوب المفاضلة بين هذين البديلين مستخدما :

( أ ) معيار الربح المتوقع

( ب ) معيار الفرصة المتوقعة .



## الباب الثاني

التخطيط الرياضي المستقيم



# الباب الثاني

## التخطيط الرياضي المستقيم

### Mathematical Linear Programing

كثيرا ما يواجه المدير موقف معين يتطلب منه أن يختار بين عدة بدائل . البرمجة الخطية تساعد المدير في اختيار البديل الذي يحقق أكبر ربح ممكن أو تحصيل المشروع بأقل تكاليف ممكنة . وتستخدم أسلوب البرمجة الخطية في حل كثير من المشاكل الادارية ومن أهمها ما يلي :

١ - تحديد خطة المنتجات بحيث يحقق أكبر ربح ممكن . أغلب المشروعات تقوم بإنتاج أكثر من منتج واحد . ومن الطبيعي أن تحاول الإدارة أن تحدد كمية المنتج من كل منتج بحيث تراعى في الحسبان الطاقة الانتاجية ، عوامل السوق ، وكذلك تحقيق أكبر ربح ممكن .

٢ - الاختيار بين طرق توزيع المنتجات من المصانع المتعددة إلى الأسواق المختلفة بحيث تكون تكلفه النقل أقل ما يمكن .

٣ - اختيار المزيج التسويقي الأمثل من بين أساليب التسويق المتعددة التي يمكن استخدامها بحيث يتم تسويق المنتجات بأقل تكلفه ممكنة .

٤ - الاختيار بين وسائل الاعلان المختلفة بحيث يتم اختيار الوسيلة المناسبة التي تحقق أكبر عائد للمشروع .

الشروط الواجب توافرها لتطبيق أسلوب البرمجة الخطية :

١ - أن يكون هناك هدف تسمى الإدارة إلى تحقيقه . في المادة أن يكون هذا الهدف هو تحقيق أكبر ربح ممكن أو تخفيض التكاليف إلى أدنى حد ممكن .

٢ - أن يكون هناك أكثر من بديل لحل المشكلة . وهذه البدائل قد تكون على سبيل المثال .

(١) إنتاج منتج واحد أو أكثر .

(ب) نقل البضاعة بالسكك الحديدية أو بالطائرة أو عن طريق النقل البري .

(ج) استخدام التلفزيون أو السينما في الإعلان .

٣ - وجود قيود على عملية الاختيار . فثلا قد يكون هناك حداً أقصى لما يكون للإدارة الحصول عليه من مورد معين ، قد يكون هناك حداً أقصى للمبيعات الذي يستطيع السوق أن يستوعبه . . حد أقصى للعمالة . . حد أقصى للدواء الخام الذي يستطيع المشروع الحصول عليه .

٤ - يجب أن يكون هناك علاقات ، تداخل ، تفاعلات بين العوامل المختلفة التي تتضمنها المشكلة ، مثال ذلك إذا كانت كمية المواد الخام محدودة فإن إنتاج كمية كبيرة من إحدى السلع معناه إنتاج كمية صغيرة من السلع الأخرى . أيضاً إذا كان الربح الناتج من السلعة ( ١ ) هو ٥ جنيهات في حين السلعة (ب) هو ٣ جنيهات فمعنى ذلك زيادة الإنتاج على السلعة (ب) يقلل الفرصة من إنتاج كمية كبيرة من السلعة ( ١ ) وبالتالي يقلل فرصة الربحية للمشروع ككل .

٥ - توافر بيانات كمية عن المشكلة بحيث يمكن التعبير عن الهدف والقيود في شكل معادلات رياضية خطية . ومعنى خطية أن العلاقات بين المتغيرات موضع البحث هي علاقات متناسبة تماماً بمعنى أن تغير ساعات تشغيل الآلة بنسبة ١٠٪ سيؤدى تلقائياً إلى تغير قدره ١٠٪ في كمية الإنتاج ، أى إذا وضعت العلاقة بين هذين المتغيرين في رسم بياني ، كانت العلاقة تمثلها خطاً مستقيماً .

يستلزم الأمر الوصول إلى الحل الأمثل للمشكلة ، أن يتم ترجمة المشكلة في نموذج رياضي والأمثلة التالية تبين ذلك :

المثال الأول : في هذا المثال ، المشكلة الى تواجه الإدارة هي تحديد كمية المنتج من السلعتين التي يقوم المشروع بإنتاجهم .

١ - الربح الناتج من إنتاج وبيع وحدة واحدة من السلعة الأولى وتكون من عبارة عن ٢ جنيهان وبالفئة السلعة الثانية عبارة عن ٥ جنيهات .

٢ - تحتاج الوحدة الواحدة من السلعة الأولى إلى ٣ ساعات وعمل و ٩ وحدات من المواد الخام . أما السلعة الثانية فإن الوحدة الواحدة تحتاج إلى ٤ ساعات عمل و ٧ وحدات من المواد الخام .

٣ - الحد الأقصى لساعات العمل المتاحة عبارة عن ٢٠٠ ساعة والغامات المتاحة ٤٠٠ وحدة .

يلاحظ أن هذه المشكلة تتوفر فيها خواص المشاكل التي يمكن حلها بالتخطيط المستقيم .

#### ١ - البدائل :

(١) هناك ثلاث بدائل :

- إنتاج كمية معينة من السلعة الأولى فقط .
- إنتاج كمية معينة من السلعة الثانية فقط .
- إنتاج كمية معينة من كل من السلعتين معا .

(ب) البدائل لما صفة الخطية حيث أن كل وحدة تحتاج إلى وزن معين باستمرار من المواد الخام لثلا إنتاج وحدة واحدة من السلعة الأولى يحتاج إلى ٩ وحدات من المواد الخام ، إنتاج وحدتان يستلزم ١٨ وحدة من المواد الخام وهكذا .

(ج) البدائل يمكن قياسها بشكل كمي في صورة وحدات منتجة .

( و ) البدائل مرتبطة حيث أن زيادة المنتج من السلعة الأولى يقلل من  
النسبة الممكن إنتاجها من السلعة الثانية .

٢ - القيود :

( أ ) وجود كمية محدودة من المواد الخام التي تصنع منها السلعات .

( ب ) وجود كمية محدودة من ساعات العمل المتاحة لإنتاج السلعتين .

٣ - الهدف :

( ١ ) الهدف هو تحقيق أكبر ربح ممكن :

( ب ) الهدف له صفة الخطية ، حيث أن إنتاج ١٠ وحدات من السلعة الأولى  
يحقق ربح ٢٠٠ جنيه وإذ تم إنتاج ٢٠ وحدة من السلعة الأولى تحقق  
ربح ٤٠٠ جنيه وهكذا . الهدف في هذه المشكلة هو تضخيم الربح الكلي  
٣ س + ٤ س ، هذا التضخيم يخضع للقيود الخاصة بعدد ساعات العمل المحدودة  
وأيضاً إلى النسبة المحدودة من المواد الخام المتاحة . بمعنى آخر أن عدد ساعات  
العمل الواجب تخصيصها لإنتاج السلعتين لا يزيد عن عدد ساعات العمل المتاحة  
أي ٣ س + ٤ س يجب أن يساوي ٣٠٠ ساعة عمل أو يقل عنه ، ذلك يتم  
التعبير عنه كما يلي :

$$٣ س + ٤ س \leq ٣٠٠$$

أجداً بالنسبة للقيود الثاني ( المواد الخام المتاحة ) ، لابد وأن تكون النسبة  
المطلوبة من المواد الخام لإنتاج السلعتين في حدود كمية المواد الخام المتاحة  
للمشروع . أي ٩ س + ٧ س يجب أن يساوي ٤٠٠ وحدة من وحدات المواد  
الخام أو يقل عنه ، ذلك يتم التعبير عنه كما يلي :

$$٩ س + ٧ س \leq ٤٠٠$$

التنوع الرياضي الذي يمكن حله بواسطة البرمجة الخطية أصبح كالآتي :

$$\text{معادلة الهدف} \quad ٢ س + ٥ س = \text{أكبر ربح ممكن} .$$

تجد ساعات العمل ٣ ص + ٤ ص < ٢٠٠

تجد المواد الخام ٩ ص + ٧ ص < ٤٠٠

يمكن حل هذا النموذج الرياضي بمدة طرق

(أ) طريقة الرسم البياني .

(ب) الطريقة الجبرية .

(ج) طريقة السمبلكس .

المثال الثاني : ملغاة صناعية تستطيع إنتاج سلعتين (أ ، ب : الربح من بيع وحدة من السلعة الأولى ٤ ج ، والربح من بيع وحدة من السلعة الثانية ٣ ج . الحد الأعلى لكمية الممكن بيعها من السلعة الأولى ٤٠٠ وحدة ومن السلعة الثانية ٦٠٠ وحدة . تصنع السلعتين من إحدى المواد الخام ولا يستطيع المشروع الحصول منها على أكثر من ٦٠٠ كيلو ، تحتاج الوحدة من السلعة الأولى على كيلو من هذه المادة الخام كما تحتاج الوحدة الواحدة من السلعة الثانية إلى ٦ كيلو من هذه المادة الخام .

المطلوب : تحديد الكمية المنتجة من كلتا السلعتين أو إحداهما بحيث تحقق المنشأة أكبر ربح ممكن .

المثال الثالث : تقوم إحدى الشركات الصناعية بإنتاج سلعتين هما مراوح

كهربائية (أ) ومكادى كهربائية (ب) وقد واجهت الشركة بعض المصاعب في تخطيط الإنتاج بها ؛ وبعد دراسة الإمكانيات الإنتاج المتاحة ومتطلبات إنتاج كل من السلعتين ، تبين لإدارة الشركة أن نقط الاختناق في عمليات الإنتاج بالشركة هما آلة التشكيل والمخزن . وقد تبين أن آلة التشكيل يمكنها العمل لمدة تسع ساعات في اليوم ، بينما المساحة المخزنية المتاحة هي عشرة آلاف متر مربع .

يتطلب إنتاج اللوط من المراوح الكهربائية ثلاث ساعات من وقت آلة التشكيل وأثنى (٢٠٠٠) متر مربع من مساحة المخزن بينما يتطلب إنتاج اللوط

من المكايى الكهربائية ساعة واحدة من وقت آلة التشغيل وألف (٢٠٠٠) متر  
مربع من مساحة الخزون :

والمطلوب تخطيط الإنتاج بحيث يحقق أقصى ربح يمكن مع العلم بأن الربح  
الناتج من إنتاج وتسويق كل وحدة من المرواح الكهربائية هو ٤ ج وبالنسبة  
للكوة الكهربائية مبلغ ٢ جنيه .

#### مراحل تنفيذ أسلوب البرامج الخطية :

من الأمثلة السابقة يتضح أنه من اللازم ترجمة المشكلة الإدارية في شكل  
نموذج رياضي وذلك باتباع عدة مراحل يمكن تلخيصها كما يلي :

١ — تمثيل الهدف المطلوب تحقيقه في شكل دالة رياضية لتفخيم الربح  
أو تخفيض التكاليف كما يلي :

عدد الوحدات المقترح إنتاجها من السلعة ١  $\times$  الربح المتوقع الحصول عليه  
من إنتاج وبيع وحدة واحدة من السلعة ١ + عدد الوحدات المقترح إنتاجها  
من السلعة ٢  $\times$  الربح المتوقع الحصول عليه من إنتاج وبيع وحدة واحدة من  
السلعة ٢ .

٢ — تمثيل القيود التي لابد من ملاحظتها وأخذها في الحسبان عند دراسة  
البدائل المختلفة في شكل متباينات رياضية .

٣ — حل النموذج الرياضي .

#### المثال الرابع :

يقوم أحد المصانع بإنتاج منتجين س و ص ويمر الإنتاج في قسمين إنتاجين  
١ و ٢ وتبلغ الطاقة القصوى لكل من قسمي الإنتاج ٩٠ و ٨٦ ساعة عمل  
مباشر على التركيب في الأسبوع .

فإذا كانت كل وحدة من المنتج س تحتاج إلى ٦ ساعات عمل مباشر في  
قسم (١) وإلى ساعتين في قسم (٢) بينما تحتاج كل وحدة من المنتج ص إلى ٣  
ساعات في قسم (١) و ٤ ساعات في قسم (٢) وإذا كانت كل وحدة من المنتج س

تقريب إجمالي قدره ١٠ جنيهات وتتل كل وحدة من المنتج من ٨ جنيهات والمطلوب تحديد عدد الوحدات الواجب إنتاجها من كل منتج أسبوعياً بقصد تخصيص الربح إلى أقصى حد ممكن

### حل النموذج الرياضي :

سبق أن ذكرنا أنه يمكن حل النموذج الرياضي الخاص بأسلوب البرمجة الخطية بطرق ثلاث : طريقة الرسم البياني - الطريقة الجبرية - طريقة السمبلكس .

### طريقة الرسم البياني :

تستخدم طريقة الرسم البياني لحل مشاكل البرمجة الخطية في حالة وجود مشكلة لها متغيرين اثنين فقط ونجد لذلك مشكلة بسيطة لتأخذ المثال السابق لنوضح هذه الطريقة .

١ - دالة الهدف ١٠ س + ٨ ص = أكبر ربح ممكن

يفترض أن الكمية المنتجة من السلعة الأولى = س ومن السلعة الثانية = ص

ثم تكون دالة الهدف عن طريق :

الكمية المنتجة من السلعة الأولى  $\times$  الربح الناتج من الوحدة الواحدة + الكمية المنتجة من السلعة الثانية  $\times$  الربح الناتج من الوحدة الواحدة .

٢ - المتباينات الخاصة بالقيود على الإنتاج :

في هذا المثال تمت الطاقة القصوى لأنسام الإنتاج هي القيود أو المحددات التي يجب أن تنصرف في حدودها .

القيود الأولى : وهو خاص بالقسم الإنتاجي رقم (١) : هذا القسم طاقته القصوى ٩٠ ساعة وبالتالي لابد من تحديد كمية الإنتاج من السلعتين بحيث تحتاج فقط ٩٠ ساعة عمل مباشر أو أقل ومن الطبيعي تحديد كمية إنتاج تستلزم أكثر من الـ ٩٠ ساعة عمل مباشر يند فراراً من المصعب تنفيذه وبالتالي فإن :

احتياجات للكمية المطلوب إنتاجها من السلعة س من العمل المباشر +  
احتياجات للكمية المطلوب إنتاجها من السلعة ص من العمل المباشر لابد وأن  
يساوي ٩٠ ساعة عمل مباشر أو أقل

$$\text{أي } ٦ \text{ س} + ٣ \text{ ص} > ٩٠ \text{ ساعة عمل مباشر.}$$

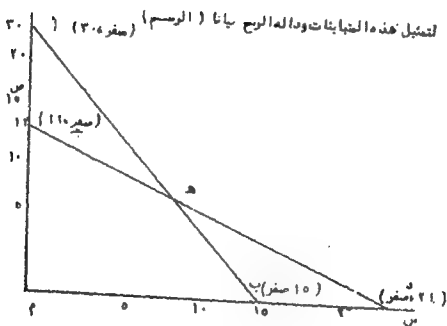
القيود الثاني : نفس الكلام ينسحب على القيد الثاني الخاص بالقسم  
الإنتاجي رقم (٢) ٢ س + ٤ ص > ٤٨ ساعة عمل مباشر .

تلخيص النموذج الرياضي :

$$\text{دالة الربح } ١٠ \text{ س} + ٩ \text{ ص} = \text{أكبر ربح ممكن}$$

$$\text{القيود الأول } ٦ \text{ س} + ٣ \text{ ص} \geq ٩٠$$

$$\text{القيود الثاني } ٢ \text{ س} + ٤ \text{ ص} \geq ٤٨$$



١ - يمثل المحور الأفقي وحدات المنتج س

## ٢ - يمثل المحرر الرأسى وحدات المنتج ص

٢ - يتم تمثيل القيد الأول ٦ ص + ٢ ص  $\geq$  ٩٠ على الرسم البياني وذلك برسم خط يمثل المعادلة ٦ ص + ٢ ص = ٩٠ لرسم هذا الخط نحتاج إلى نقطتين على الرسم البياني اللذين يحددان مسار الخط وبفرض أن قيمة ص = صفر فإن ص سوف تساوى ٣٠ وبالتالي النقطة الأولى هي ( صفر ٦ ٣٠ ) بفرض أن قيمة ص = صفر فإن ص سوف تساوى ١٥ وبالتالي فإن النقطة الثانية هي ( ١٥ ٦ صفر ) هذين النقطتين ( صفر ٦ ٣٠ ) أو ( ١٥ ٦ صفر ) أو ب يحددان مسار الخط ١ ب الذى يمثل المعادلة ٦ ص + ٢ ص = ٩٠ أما عن المتباينة ٦ ص + ٢ ص  $\geq$  ٩٠ فإن أى نقطة فى المثلث ١ ب م ( تحت الخط ١ ب ) تحقق احترام المتباينة أو القيد الأول .

٤ - يتم تمثيل القيد الثانى بنفس الطريقة وذلك برسم خط يمثل المعادلة ٢ ص + ٤ ص = ٤٨ . لرسم هذا الخط نحتاج إلى نقطتين . نفرض أن قيمة ( صفر ٦ ١٢ ) أو ح . بفرض أن قيمة ص = صفر فإن ص سوف تساوى ٢٤ وبالتالي فإن النقطة الثانية ستكون ( صفر ٦ ٢٤ ) أو د . هذين النقطتين ح د يحددان مسار الخط ح د ويمثلان المعادلة ٢ ص + ٤ ص = ٤٨ . أى نقطة تقع تحت الخط ح د تحترم القيد الثانى أو بمعنى آخر تمثل المتباينة .

$$٢ ص + ٤ ص \geq ٤٨$$

٥ - لحل هذه المشكلة فنحن نرغب فى الحصول على خلطة منتجات ( كية منتج من ص وكية منتج من ص ) بحيث تحترم جميع القيود . من الطبيعى أن أى نقطة فى المنطقة ه م ح د تحترم القيود الخاصة بهذه المشكلة .

٦ - في الحقيقة نحن نبحث عن أحسن حل . الذي يحقق أكبر فائدة ممكنة  
فلنأخذ على سبيل المثال النقط م ب ج د ، وذلك لمعرفة أيهما أكثر ربحية  
كما يلي :

النقطة	كمية الإنتاج السلعة		دالة الربح ١٠ ص + ٩ ص = أكبر ربح ممكن	مجموع الربح الإجمالي
	ص	ص		
م	صفر	صفر	صفر + صفر	صفر
ب	١٥	صفر	١٥٠ + صفر	١٥٠
د	١١	٧	٦٣ + ١١٠	١٧٣
ج	صفر	١٢	صفر + ١٠٨	١٠٨

ومن الطبيعي أن أحسن حل لهذه المشكلة هو أن نقوم المنتهية بانتاج ١١  
وحدة من السلعة م ب ٧ وحدات من الوحدة ص .

يلاحظ كما سبق أن ذكرنا بأن حل المشاكل الإدارية عن طريق أسلوب  
البرمجة الخطية قد يتعذر معه استخدام طريقة الرسم البياني وذلك في حالة التعامل  
مع أكثر من متغيرين في المشكلة . ولما كانت المشاكل الإدارية كثيراً ما تحتوي  
على أكثر من عاملين لذا وجب الأمر التفكير في حل مشاكل البرمجة الخطية عن  
طريق وسائل أخرى غير الرسم البياني فضلاً عن أن طريقة الرسم البياني ليست  
بالدقيقة ١٠٠ ٪ .

### طريقة السبيلكس Simplex

تتميز طريقة السبيلكس بأنها يمكننا أن نتعامل مع عدد من المتغيرات  
يزيد على اثنين وتتلخص مراحلها فيما يلي :

١ - تحويل المشكلة الإدارية إلى نموذج رياضي (دالة الهدف المطلوب تحقيقه ومتباينات القيود المحددة) .

٢ - الحصول على الحل المبدئي الذي يحترم القيود الخاصة بالمسألة .

٣ - اختبار هذا الحل في ضوء دالة الربحية وتحسينه عن طريق التعديل في قيم المتغيرات الخاصة بالمسألة .

٤ - تكرار الخطوة السابقة حتى تحصل على الحل الأمثل .

### حل المثال الثاني بواسطة أسلوب السبيلكس :

١ - يتم بناء النموذج الرياضي لحل المشكلة كما يلي :

س<sub>١</sub> تمثل الكمية المنتجة من السلعة الأولى .

س<sub>٢</sub> تمثل الكمية من السلعة الثانية .

س<sub>١</sub> يجب أن تساوي أو تقل عن ٥٠٠ .

أي س<sub>١</sub> > ٥٠٠ .

س<sub>٢</sub> يجب أن تساوي أو تقل عن ٦٠٠٠ .

أي س<sub>٢</sub> > ٦٠٠٠ .

المنتج من السلمتين يجب أن يحتاج فقط إلى ٦٠٠٠ كيلو من المواد الخام .

$$\text{أي أن س}_1 + ١ \times \text{س}_2 \times \frac{1}{3} > ٦٠٠٠$$

$$\text{س}_1 + \frac{2}{3} \times \text{س}_2 > ٦٠٠٠$$

دالة الربحية كما يلي : س<sub>١</sub> ٤ + س<sub>٢</sub> ٣ = أكبر ربح ممكن .

٢ - يتم تحويل المتباينات الخاصة بقيود المبيعات والمادة الخام إلى معادلات لما كان من الصعب التعامل مع المتباينات رياضياً ، ويجب الأمر أن يتم

نحولها إلى معادلات وذلك بإضافة بعض المتغيرات الجديدة ، نسمى هذه المتغيرات بالمككلات .

فبعد تحويل  $s_1 > 4000$  إلى معادلة نفرض أن  $s_1$  تمثل الكمية التي لن تنتجها من السلعة  $s_1$  أى  $s_1 + s_1 = 4000$  . هذا معناه أن الكمية المنتجة من السلعة  $s_1$  تراوح ما بين صفر ٤٠٠٠ وحدة ، فإذا كانت صفر فإن الكمية التي لن تنتجها من السلعة الأولى ستكون ٤٠٠٠ وحدة أما إذا كانت ١٠٠٠ وحدة فإن الكمية التي لن تنتجها من السلعة الأولى عبارة عن ٣٠٠٠ وحدة وهكذا .

وبالمثل يمكن أن نقول  $s_2 + s_2 = 6000$  وذلك لتحويل المتباينة الخاصة بقيد المبيعات الثاني إلى معادلة .

وكذلك بالنسبة للواد الخام  $s_3 + s_3 + s_3 = 6000$  ومن الطبيعي أن أى وحدة من وحدات المككلات تحقق ربح صفر ومن المفروض أن الحل الأمثل يحاول تقليل المككلات إلى أقل حد يمكن وبالتالي فإن معادلة الهدف سوف تكون :

$$4s_1 + 3s_2 + s_3 + \text{صفر} \times s_1 + \text{صفر} \times s_2 + \text{صفر} \times s_3 = \text{الربح الكلى} .$$

٢ - أصبح لدينا الآن أربع معادلات وهى .

$$\text{معادلة الربحية} \quad 4s_1 + 3s_2 + s_3 + \text{صفر} \times s_1 + \text{صفر} \times s_2 + \text{صفر} \times s_3$$

$$\text{قيد المبيعات الأول} \quad s_1 + s_1 = 4000$$

$$\text{قيد المبيعات الثاني} \quad s_2 + s_2 = 6000$$

$$\text{قيد المواد الخام} \quad s_3 + s_3 + s_3 = 6000$$

الخطوة الثالثة هى وضع هذه المعطيات فى شكل جداول يسمى جدول السيلكس كما يلى :



هذا الجدول يمثل الحل المبدئ وفيه  $\text{سم} = 4000$  و  $\text{سم} = 6000$

وبالتالى فإن الربح المحقق من هذا الحل هو  $4000 \times \text{صفر} + 6000 \times \text{صفر}$

ومعنى ذلك أننا لن نلتج أى شيء لأن وبالتالى لم نحقق أى ربح .

٤ - لىكى بدأ فى الإنتاج وبالتالى تحقيق ربح فلا بد من أن نقوم بإحلال  $\text{سم}$  أو  $\text{سم}$  لتأخذ مكان المسكلات  $\text{سم}$  أو  $\text{سم}$  أو  $\text{سم}$  . بمعنى آخر لابد من إحلال أحد الأعمدة محل أحد الصفوف . ولذا فإن الخطوة التالية هو اختيار عمود ما ليحل محل أحد الصفوف .

ولاختيار العمود فإننا ننظر إلى صف المراجعة (١- حـ) ونختار أكبر قيمة سالبة وفى مثلنا هذا نجد العمود  $\text{سم}$  يحتوى على أكبر قيمة سالبة فى الصف (١- حـ) . ونختار الصف الذى سيتم نقل العمود مكانه يتم إجراء الآتى :

(١) يتم حساب النسبة بين كل قيمة فى العمود  $\text{سم}$  و  $\text{صفر}$  وبين نظيرتها فى العمود المنقول كما يلى :

$$\text{صفر سم} = \frac{4000}{1} = \text{النسبة}$$

$$\text{صفر سم} = \frac{6000}{\text{صفر}} = \text{النسبة}$$

$$\text{صفر سم} = \frac{6000}{1} = \text{النسبة}$$

(ب) يتم اختيار الصف ذو النسبة الموجبة الأقل وفى مثلنا هذا هو الصف  $\text{سم}$

• — لحساب قيم الجدول الثاني يلزم الأمر معرفة قيمة المفتاح وهو يمثل الرقم الموجود في الخلية التي تعتبر نقطة التقاء العمود المنقول والصف المنقول وفي هذا هي الخلية = سم سم ، والمفتاح هنا قيمته ١ . ويتم حساب قيم الجدول الثاني على أربع مراحل : حساب قيم الصف الجديد ، حساب باقي الجدول . حساب قيم نصف أ ج ، وحساب قيم الصف أ ج - د ج .

#### حساب قيم الصف الجديد:

القيمة التي ستوضع في خلية ما في الصف الجديد = القيمة التي كانت موجودة في تلك الخلية مقسومة على المفتاح .

#### حساب باقي قسم الجدول :

القيم الجديدة في خلية ما = القيمة التي كانت موجودة في تلك الخلية ... ( القيمة الموجودة عند نقطة التقاء تلك الخلية بالعمود المنقول  $\times$  القيمة المرجوة ...

عند نقطة التقائها بالصف المنقول )  $\times$  - المفتاح

حساب قيم الصف أ ج ، الصف أ ج - د ج كما تم حسابها في الجدول

#### حساب قيم الصف الجديد:

الصف الجديد سيكون سم ، ولما كان المفتاح = ١ فإن قيم الصف الجديد سوف تكون عاقله تماماً أقيم الصف القديم .

الخلية	القيمة القديمة	المفتاح	القيمة الجديدة
سم سم	صفر	١	صفر
سم سم	١	١	١
سم سم	صفر	١	صفر
سم سم	صفر	١	صفر
سم سم صفر	٤٠٠٠	١	٤٠٠٠

حساب قيم باقي الصفوف:

الخلية	القيمة القديمة	نقطة الالتقاء بالعمود المنقول $\times$ نقطة = القيمة الجديدة
صفر	صفر	صفر $\times$ 1 = صفر
صفر	1	صفر $\times$ صفر = 1
صفر	صفر	صفر $\times$ 1 = صفر
صفر	1	صفر $\times$ صفر = 1
صفر	صفر	صفر $\times$ صفر = صفر
صفر	٦٠٠٠	صفر $\times$ ٤٠٠٠ = ٦٠٠٠
صفر	1	1 $\times$ 1 = صفر
صفر	2	صفر $\times$ 1 = 2
صفر	3	2 $\times$ 1 = 3
صفر	صفر	1 $\times$ 1 = صفر
صفر	صفر	صفر $\times$ 1 = صفر
صفر	1	1 $\times$ صفر = 1
صفر	٦٠٠٠	٤٠٠٠ $\times$ 1 = ٦٠٠٠

### الجدول الثاني

د ج	٢	٣	٤	٥	٦
	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
١	صفر	١	صفر	صفر	٤٠٠٠
صفر	١	صفر	١	صفر	٦٠٠٠
صفر	٢	١	صفر	١	٢٠٠٠
٤	صفر	٤	صفر	صفر	١٦٠٠٠
صفر	٣	٤	صفر	صفر	١٦٠٠٠

هذا الحل أمكن تحقيق بعض الربح كما يلي :

$$\begin{aligned}
 & ٤٠٠٠ \text{ وحدة من المنتج س} \times ٤ + ٦٠٠٠ \text{ وحدة من س} \times \text{صفر} \\
 & + ٢٠٠٠ \text{ وحدة من س} \times \text{صفر} = ١٦٠٠٠ \text{ جنيهاً} .
 \end{aligned}$$

السؤال الآن الذي يقادير إلى الذهن ، هل هذا الحل هو أحسن حل يمكن ؟  
 يلاحظ أن طريقة السبيلكس يمكنها أن تقدم إجابة لهذا السؤال إذا كانت هناك  
 قيم سالبة في الصف أج-دج بمعنى ذلك أننا لم نصل بعد إلى الحل الأمثل وبالتالي  
 يتطلب الأمر تكرار الخطوات السابقة ( اختيار عمود لنقله ليحل محل أحد  
 الصفوف وحساب قيم الجدول الجديد ) حتى نصل إلى جميع القيم موجبة في  
 الصف أج - دج وبذلك نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل .

## تطبيقات

### تطبيق رقم ( ١ ) :

تقوم إحدى الشركات الصناعية بإنتاج ثلاث مقاسات مختلفة من الثلاجات .  
 يتحتم الأمر أن تجري عمليات صناعية لإنتاج هذه الثلاجات في قسمين للإنتاج .  
 تبلغ العلاقة الإنتاجية القصوى لكل قسم ١٢٠٠٠ ساعة عمل . الوقت اللازم  
 لإنتاج الثلاجات المختلفة في كل قسم كما يلي :

القسم الأول	القسم الثاني	
ساعتان	ساعة ونصف	ثلاجة ٨ قدم
ساعة	ساعتان	ثلاجة ١٠ قدم
ساعتان	أربع ساعات	ثلاجة ١٢ قدم

نواجه الإدارة مشكلة تحديد الكمية الواجب إنتاجها عن كل نوع من الثلاجات  
 بحيث تحقق أكبر ربح ممكن . ملحوظة الربح الإجمالي من بيع الثلاجات المختلفة  
 هو ٢٠ جنيهاً بالنسبة للثلاجة ٨ قدم ، ١٥ جنيهاً بالنسبة للثلاجة ١٠ قدم ، ٨ جنيهاً  
 للثلاجة ١٢ قدم .

### تطبيق رقم ( ٢ ) :

شركة الفسر لإنتاج الراديوهات تهوم بإنتاج ثلاث موديلات من أجهزة  
 الراديو ، موديل ١ ، موديل ٢ ، موديل ٣ . الربح المتوقع من بيع الراديو  
 من كل نوع هو ٨ ، ٦ ، ٤ جنيه ١٥ ، ٦ ، ٢ جنيه على التوالي .

كل جهاز من أجهزة الراديو يتطلب عمليات إنتاجية عامة بالصنيع ،

التجميع والتعبئة ، والجدول التالي يعطى عدد الساعات المطلوبة لإنتاج كل نوع من الأنواع الثلاثة في أقسام الإنتاج المختلفة .

المرديل	قسم التصنيع	قسم التجميع	قسم التعبئة
١	٣ ساعات	٣,٥ ساعة	٥ ساعات
ب	٤ ساعات	٥ ساعات	٨ ساعات
ج	ساعة/واحدة	١,٥ ساعة	٣ ساعات

فيذا علمت أن المنشأة تنويع أن تكون الطاقة الإنتاجية في الأقسام المختلفة في الأسبوع القادم كما يلي :

قسم التصنيع ١٥٠ ساعة عمل

قسم التجميع ٢٠٠ ساعة عمل

قسم التعبئة ٦٠ ساعة عمل

المطلوب تحديد الرمية التي يجب أن تقوم هذه الشركة بإنتاجها من كل موديل حتى تحقق أكبر ربح ممكن .

تطبيق رقم ( ٣ ) :

تقوم شركة النصر بإنتاج للأجهزة، موافد بوتاجاز ، وخصالات كهربائية، من المتروفع في خلال الثلاثة شهور القادمة أن لا تزيد المبيعات من هذه المنتجات من ٢٠٠٠ ثلاجة ، ١٥٠٠ بوتاجاز ، ١٠٠٠ غسالة .

توقع الشركة أن يكون الربح من هذه المنتجات كما يلي :

الربح من بيع ثلاجة واحدة ٣٠ جنيهاً .

الربح من بيع بوتاجاز واحد ١٠ جنيهات .

الربح من بيع غسالة واحدة ٢٠ جنيهاً .

الطاقة الإنتاجية المتاحة لمصنع هذه الشركة هو ٨٥٠٠ ساعة عمل في خلال

الثلاثة شهور القادمة تحتاج الثلاثة إلى ٥ ساعات والبرتاجاز ساعتان، والنفالة ساعة ونصف عمل .

المطلوب تحديد عدد الثلاثات والبرتاجازات ، النفالات الواجب إنتاجها في الثلاثة شهور القادمة وذلك حتى نستطيع أن نحقق أكبر ربح ممكن .

تطبيق رقم ( ٤ ) :

نقوم إحدى النفات بتصنيع ثلاثة سلع وتلك النفأة ثلاثة أقسام إنتاجية،  
نمر السلعة الأولى بالقسم الأول ثم الثاني ثم الثالث ، ونمر السلعة الثانية بالقسم  
الأول ثم الثالث ثم الثاني ثم الثالث مرة أخرى ، ونمر السلعة الثالثة بالقسم الثاني  
ثم القسم الثالث فقط :

وكانت الطاقة الإنتاجية للأقسام المختلفة كما يلي :

القسم	الطاقة الإنتاجية
الأول	١٧٦٦ ساعة
الثاني	٦٢٤ ساعة
الثالث	٤١٦ ساعة

فإذا أعطيت البيانات المتوفرة في الجدول التالي ، فكيف يمكن تحديد كمية الإنتاج من كل سلعة من السلع الثلاث بحيث يتم تحقيق أكبر ربح ممكن

السلعة	القسم	الانتاجي	الزمن اللازم	الحد الأقصى للبيعات	الربح في الطن
الأولى	رقم ١	٣,٥ ساعة الطن	٢٥٠ طن في الشهر	ج ٢٥	
	رقم ٢	٠,٨٣ ساعة الطن			
	رقم ٣	٠,٦٧ ساعة الطن			

السلعة	القسم الإنتاج	الزمن اللازم	الحد الأدنى للبيانات	الزمن اللازم
الثانية	قسم ١	٢,٨ ساعة للطن	١٢٥٠ شهريا	٢٥ ج
	قسم ٢	٠,٣٣ ساعة للطن		
	قسم ٢	٠,٨٣ ساعة للطن		
	قسم ٢	٠,٦٧ ساعة للطن		
الثالثة	قسم ٢	١,٠٤ ساعة للطن	١٥٠٠ طن في الشهر	٤٠ ج
	قسم ٢	٠,٨٣ ساعة للطن		

#### تطبيق رقم (٥) :

تُغلب إحدى الشركات في تحديد عدد السخانات والبوتاجازات التي تقوم بإنتاجهم في الشهر القادم بحيث تحقق أكبر ربح ممكن وذلك بمطابق البيانات الآتية :

( ١ ) الربح الناتج من بيع السخان ٨ جنيهات و٦ جنيهات من البوتاجاز.

( ٢ ) يستلزم الأمر أن يتم إنتاج السخانات والبوتاجازات في قسمين : يحتاج إنتاج السخان إلى ١٢ ساعة عمل في القسم الأول وإلى ٤ ساعات في القسم الثاني أما بالنسبة للبوتاجاز فإنه يحتاج إلى ٦ ساعات عمل في القسم الأول وإلى ٧ ساعات عمل في القسم الثاني.

( ٣ ) الطاقة الإنتاجية القصوى في القسم الأول ١٨٠ ساعة وفي القسم الثاني ٩٦ ساعة عمل في خلال الشهر القادم.

#### تطبيق رقم ( ٦ ) :

تقوم شركة النمر بإنتاج ثلاثيات موافد البوتاجاز ، وغسالات كهربائية

من المتوقع الايراد المبيعات في خلال الثلاثة شهور القادمة من هذه المنتجات عن ٢٠٠٠ ثلاثة ١٥٠٠ بوتاجاز ٦ ١٠٠٠ خسارة ، تحقق الشركة ارباح من بيع الثلاثة الواحدة قدرها ٢٠ ج ، ومن البوتاجاز الواحد ١٠ ج . ومن الخسارة الواحدة ٢٠ ج . ويتم إنتاج هذه المنتجات في قسم واحد طاقته الإنتاجية في خلال الثلاثة شهور القادمة ٨٥٠٠ ساعة عمل ، ونحتاج الثلاثة إلى ٥ ساعات عمل ، البوتاجاز ساعتين ، والخسارة إلى ساعة ونصف .

المطلوب مستخدما أسلوب السيلكس متعدد عدد الثلاثة ، البوتاجازات ، والخسائر الواجب إنتاجها في الثلاثة شهور القادمة بحيث تحقق شركة النصر أكبر ربح ممكن .

#### تطبيق رقم (٧) :

المطلوب مستخدما أسلوب السيلكس تخطيط الإنتاج لإحدى المصانع التي تنتج ثلاثة أنواع من السلع بحيث يمكنها تحقيق أعظم ربح ممكن في ضوء البيانات الآتية :

السلعة صافي ربح الوحدة طاقة السوق الاستيعابية عدد ساعات التشغيل في أقسام المصنع المختلفة في الأسبوع

القسم الأول القسم الثاني القسم الثالث

١	٣٠ ج	٢٠٠٠ وحدة	ساعة	ساعتين	ساعة
ب	٢٠ ج	١٥٠٠	ساعة	ساعة	ساعة
ج	١٠ ج	١٠٠٠	٢ ساعات	ساعة	ساعة

عدد الساعات المتاحة في أقسام المصنع المختلفة أسبوعيا ٣٠٠ ساعة ٢٠٠ ساعة ١٠٠ ساعة

## استخدام أسلوب السمبلكس في حل المشاكل

### التي تتعلق بتخفيض التكاليف

( Cost minimiation )

نفرض أن لدينا مصنعاً للاخشاب يتخصص في إنتاج الكراسي والمناضد الخشبية وإنتاج هذه المنتجات يتطلب الأمر مرورهما على مجموعة من العمليات الصناعية في مركزين إنتاجيين ص ١٦ ص ١٧ . تبلغ الطاقة الإنتاجية القصوى لمدين المركزين في الأسبوع كما يلي :

الطاقة الإنتاجية	المركز الإنتاجي
١٨٠ ساعة	ص ١
٩٦ ساعة	ص ٢

وأن عدد الساعات المطلوبة لإنتاج كل منتج في كل مركز وكذلك تكاليف الإنتاج كما يلي :

تكاليف إنتاج الوحدة	ص ٢	ص ١	المنتج
١٠ جنيهات	٢ ساعة	٦ ساعة	الكراسي (ص ١)
٨ جنيهات	٤ ساعة	٣ ساعة	المناضد (ص ٢)

المطلوب تحديد عدد الوحدات الواجب إنتاجها من الكراسي والمناضد الخشبية حتى تتحمل المنفعة أقل تكلفة ممكنة .

في هذا المثال تتوافر الشروط الخاصة باستخدام أسلوب البرمجة الخطية كما يلي :-

١ - وجهود مدير ميسى الإدارة إلى تحقيقه وهو تخفيض تكاليف إنتاج الكراسى والمناضد الخشبية إلى أقل ما يمكن .

٢ - وجهود أكثر من مدير، مثل، المشكلة :

(أ) إنتاج كراسى خشبية فقط .

(ب) إنتاج مناضد خشبية فقط .

(ج) إنتاج مخاييل (سرج) من كل المناضد والكراسى الخشبية .

٣ - وجود قيود أو محدودات على عملية الاختيار :

الطاقة الإنتاجية للأقسام الصناعية محددة بمدد معين من الساعات أسبوعياً :  
تقسم الصناعى الأول لا يستطيع أن يعطى أكثر من ١٨٠ ساعة إنتاج أسبوعياً  
وكذلك القسم الصناعى الثانى لا يستطيع أن يعطى أكثر من ٩٦ ساعة إنتاج أسبوعياً .

٤ - وجود علاقات بين بدائل الإنتاج المختلفة ، فمثلاً زيادة الإنتاج الكراسى الخشبية ، سيكون على حساب المدد المنتج من المناضد الخشبية والعكس أيضاً صحيح .

٥ - نوافر بيانات كثيرة عن المشكلة بحيث يمكن التعبير عن الهدف والقيود فى شكل معادلات رياضية خطية ، فهنا زيادة عدد الكراسى المنتجة بمقدار كراسى واحد سوف يؤدي إلى زيادة تكاليف الإنتاج بمقدار ١٠ جنيه وزيادة عدد الكراسى المنتجة بمقدار ٢ كراسى سوف يؤدي إلى زيادة تكاليف الإنتاج بمقدار ٢٠ جنيه وهكذا . إذا تم تصوير هذه البيانات بيانياً سينتج (أ) خطاً مستقيماً .

بناء القمذج الرياضى :

... معادلة الهدف .

... أن تكلفة التشغيل فى الساء فى مركز الإنتاج الأول = ص

ويلاحظ أنه على عكس مشاكل تعظيم الأرباح فإن المدة في هذه  
تظهر به قيم موجبة وبالتالي فإن هذا الجدول ليس من طراز كسوف ويتطلب  
الامر إعداد جدول آخر بمعنى آخر يجب حساب الأرباح لمدة حتى أواخر  
الفترة.

### اختيار العمود المنقول :

يتم اختيار العمود الذي يظهر فيه أكبر قيمة موجبة في الصف 1 وسمت  
ولما كانت قيمه تحمل تكاليف مرتفعة للغاية فإن القيمة ص 1 يمثل أكبر  
قيمة موجبة.

### اختيار الصف المنقول:

يتم اختيار الصف المنقول عن طريق حساب القيمة بين أن القيمة في العمود  
ص صفر وبين نظيرتها في العمود المنقول كما يلي:

$$\text{صف هـ} \quad \text{النسبة} = \frac{10}{1} = 1,67$$

$$\text{صف هـ} \quad \text{النسبة} = \frac{8}{3} = 2,67$$

يتم اختيار الصف ذو النسبة الموجبة الأقل وفي مثلنا هذا هو الصف 1 و  
لحساب قيم الجدول الثاني يلزم الأمر معرفة المفتاح وهو يمثل الرقم الموجود  
في الخلية التي تعتبر نقطة إنقضاء العمود المنقول والصف المنقول وفي مثلنا هذا هي  
الخلية هـ 1 من المفتاح هنا قيمته - ويتم حساب قيم الجدول الثاني على أربع  
مراحل: حساب قيم الصف الجديد ، حساب باقي الجدول ، حساب قيم الصف  
1 ، حساب قيم الصف 1 - د

حساب قيم الصف الجديد (ص 1) وذلك بقسمة قيم الصف القديم (هـ 1)  
على المفتاح (1) كما يلي:

$$\begin{array}{rclclcl} \text{القديم هـ 1} & 10 & - & 2 & 1 & \text{صفر} & 1 \\ \text{الصف الجديد ص 1} & 1 & - & 21 & 17 & \text{صفر} & 1,67 \end{array}$$



حساب قيم باقى الصفوف من طريق المعادلة :

القيمة الموجودة فى الخلية = القيمة التى كانت موجودة فى تلك الخلية -  
القيمة الموجودة عند نقطة الالتقاء تلك الخلية بالعمود المنقول  $\times$  القيمة الموجودة

$$\text{عند نقطة التقاطعها بالصّف المنقول} \times \frac{1}{\text{المفتاح}}$$

وبلاحظ أن هنا باقى الصفوف صفّاً واحداً فقط وهو صف هـ ، يتم حساب  
القيم الجديدة كما يلى :

$$\begin{array}{l} \text{نقطة الالتقاء بالصّف المنقول} \times \\ \text{نقطة الالتقاء بالعمود المنقول} \\ \text{الخلية} \quad \text{القيمة القديمة} - \frac{\quad}{\text{المفتاح}} = \text{القيمة الجديدة} \end{array}$$

$$\text{هـ ٢ ص ١} \quad ٢ \quad - \frac{٢ \times ٦}{٦} = \text{صفر}$$

$$\text{هـ ٢ ص ٢} \quad ٤ \quad - \frac{٢ \times ٢}{٦} = ٢$$

$$\text{هـ ٢ ص ٣} \quad \text{صفر} \quad - \frac{٢ \times ١}{٦} = \frac{1}{3}$$

$$\text{هـ ٢ ص ٤} \quad ١ - \frac{\text{صفر} \times ٢}{٦} = ١$$

$$\text{هـ ٢ ص ٥} \quad \text{صفر} \quad - \frac{٢ \times ١}{٦} = \frac{1}{3}$$

$$\text{هـ ٢ ص ٦} \quad ١ \quad - \frac{\text{صفر} \times ٢}{٦} = ١$$

$$\text{هـ ٢ ص صفر} \quad ٨ \quad - \frac{٢ \times ٠}{٦} = ٢$$

ثم يتم تصوير الجدول الثاني كما يلي على أن يتم حساب قيم الصفوف ١ ت - ١ ت - د ت كالعتاد .

### الجدول الثاني

١٨٠	٩٦	صفر	صفر	هـ	هـ	د ت - ١
ص ١	ص ٣	ص ٣	ص ٣	هـ ١	هـ ٢	ص صفر
١	٣١	١٧ -	صفر	١٧	صفر	ص ١٨٠
صفر	٣	٠	١ -	٠ -	١	هـ ٢
١٨٠	٢٠ + ٢	٢٠ + ٠ هـ -	٢٠ - ٠ هـ -	٢٠ + ٢ هـ	٢٠ + ٢ هـ	١ ت - د ت
صفر	٣٦ - ٢ هـ	٢٠ + ٢ هـ -	٢٠ - ١ هـ	٢٠ + ٢ هـ	٢٠ + ٢ هـ	١ ت - د ت

ومن الجدول السابق نجد أن بعض الخلايا في الصف ١ ت - د ت مازالت موجبة ولذلك لا يعطينا الجدول الثاني الحل الأمثل ويتطلب الأمر تكرار عمل جدول ثالث ثم نقوم باختياره حتى تصل إلى الوضع الذي فيه الصف ١ ت - د ت يحتوي على قيم سالبة أو أصفار .

## تطبيقات

( ١ )

شركة القاهرة للأدوية تستخدم نوعان من مراقبي الجودة طبقاً لاهتمامهم وصرحتهم في عملية فحص الأدوية :

الفئة الأولى إنتاجيته في الساعة ٤٠ وحدة بدرجة دقة ٩٨ ٪  
الفئة الثانية إنتاجيته في الساعة ٣٠ وحدة بدرجة دقة ٩٥ ٪

وتقوم شركة القاهرة بمحدد الأجور لمؤلاء العاملين على أساس جنيان في الساعة الفئة الأولى ، مائة خمسون وسبعون قرش في الساعة العامل من الفئة الثانية ، وأمام المنقضاء ٨ أشخاص تتوافر فيهم شروط الفئة الأولى ٦ عشرة أشخاص تتوافر فيهم شروط الفئة الثانية وترغب في تعيين عدد من كل نوع ،

ما هو معتقد لعدد الواجب تعيينه من كل نوع إذا علمت أن:

١ - عدد الواحدات التي تنتجها المنقضاء هو ٢٠٠ وحدة في الساعة.

٢ - عدد ساعات العمل اليومي ٨ ساعات.

٣ - خسارة المنقضاء الناجمة من كل خطأ يرتكبه أحد العاملين في قسم مراقبة الجودة عبارة عن عشرة قروش .

( ٢ )

شركة النسر لإنتاج أجهزة الراديو تقوم بإنتاج ٣ موديلات مزدبل (١) ٦ موديل (ب) ٦ موديل (ج) . الربح المتوقع من بيع الراديو من كل نوع هو ٨ ج ١٥ ج ٦ ج ٢٥ ج على التوالي . كل جهاز من أجهزة الراديو يتطلب عمليات (٢ م - بحث )

إنتاجية خاصة بالتجميع والتعبئة ، والجدول التالي يعطى عدد الساعات المطلوبة لإنتاج كل نوع من الأنواع الثلاثة في أقسام الإنتاج المختلفة .

الموديل	قسم التصنيع	قسم التجميع	قسم التعبئة
١	٣ ساعات	٣,٥ ساعة	٥ ساعات
ب	٤ ساعات	٥ ساعات	٨ ساعات
ج	ساعة/واحدة	١,٥ ساعة	١ ساعة

ومن المزمع أن يكون الطاقة الإنتاجية المتاحة خلال الشهر القادم في الأقسام المختلفة كما يلي :

قسم التصنيع ١٥٠ ساعة قسم التجميع ٢٠٠ ساعة قسم التعبئة ٦٠ ساعة  
فإذا علمت أن هذه المنشأة تتوقع أن لا تريد احتياجات السوق خلال الشهر القادم من أجهزة الراديو عن ٢٠٠٠ جهاز بالنسبة للموديل ١ ٦ ١٥٠٠ جهاز للموديل ب ، ١٠٠٠ جهاز للموديل ج . المطلوب تحديد عدد الأجهزة الواجب إنتاجها من كل موديل مستخدماً أسلوب السمبلكس حتى تحقق هذه المنشأة أكبر ربح ممكن .

( ٣ )

تقوم شركة النيل للأجهزة المنزلية بإنتاج سخانات وبوتاجازات وملاجات وتحقق هذه الشركة ربحاً صافياً من بيع السخان ٢٢ ج ٦ ومن البوتاجاز ٢٠ ج ٦ ومن الملاجة ٢٠ ج ٦ . وقد لجأت إليك الشركة بصفتك خبيراً في بحوث العمليات لكي تساعدنا في تخطيط الإنتاج الشهر القادم في ضوء المعلومات الآتية :

بيانات المبيعات : تتوقع إدارة المبيعات لهذه الشركة أن يكون الحد الأعلى للسكية التي يمكن بيعها خلال شهر أبريل : ٢٠٠٠ سخان ٦ ١٠٠٠ بوتاجاز ٦ ١٥٠٠ ملاجة ٦ .

بيانات الإنتاج : يحتاج إنتاج هذه المنتجات إلى ثلاثة مراحل إنتاجية ،  
وفيا إلى الوقت اللازم لإنتاج كل سلعة في كل مرحلة :

الوقت اللازم في			
المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة	المنتج
٣ ساعة	٢ ساعة	١ ساعة	السخان
٤ ساعة	١ ساعة	٢ ساعة	البورتاجاز
٥ ساعة	٢ ساعة	٢ ساعة	الثلاجة
طاقة كل مرحلة في الشهر ٣٠٠٠ ساعة ، ١٠٠٠ ساعة ، ١٥٠٠ ساعة			

والمطلوب تحديد أحسن مزيج إنتاجي مستخدماً أسلوب السبيلكس بحيث  
يحقق أقصى ربح ممكن

## حل مشاكل النقل

من الطبيعي أن المهدف في المشاكل الخاصة بالنقل أو التوزيع هي تقليل تكاليف نقل السلع من مصادر مختلفة إلى جهات معينة . مثال ذلك المصفاة التي لديها مصنعان وتقوم بنقل إنتاجها من مملكتين المصنعين للتوزيع في ثلاثة متاجر رئيسية . في هذا المثال ، المشكلة التي تواجه الإدارة هي تحديد الكمية الواجب نقلها من كل مصنع إلى كل متجر وذلك بحيث تكون تكاليف النقل أقل ما يمكن مع احترام ظروف الإنتاج ( الطاقة الإنتاجية لكل مصنع ) وأيضاً احتياجات كل متجر .

### خطوات تكوين النموذج :

يقدر عرض خطوات حل مشاكل النقل عن طريق المثال التالي :

أحدى الشركات الصناعية لديها مصانع ويتم توزيع الإنتاج في أربع أسواق رئيسية ، جميع المصانع تقوم بإنتاج منتجات متماثلة :

مصنع ١	١٠٠ وحدة
مصنع ٢	٢٠٠
مصنع ٣	٢٠٠
مصنع ٤	٤٠٠
مصنع ٥	٥٠٠

وإذا كانت الكميات التي تحتاج إليها الأسواق المختلفة كإلى :

سوق ب	٦٠٠ وحدة
سوق ب	٦٠٠ وحدة
سوق ب	٢٠٠ وحدة
سوق ب	١٠٠ وحدة

فإذا كانت أسعار وتكاليف النقل للوحدة الواحدة من المصانع المختلفة

يلى :

من المصنع أ، إلى سوق ب،	: ١٠ جنيه
أ، إلى سوق ب،	: ٢٠
أ، إلى سوق ب،	: ٥
أ، إلى سوق ب،	: ٧
من المصنع أ، إلى سوق ب،	: ١٣
أ، إلى سوق ب،	: ٩
أ، إلى سوق ب،	: ١٢
أ، إلى سوق ب،	: ٨
من المصنع أ، إلى سوق ب،	: ٤
أ، إلى سوق ب،	: ١٥
أ، إلى سوق ب،	: ٣
أ، إلى سوق ب،	: ٩
من المصنع أ، إلى سوق ب،	: ١٤
أ، إلى سوق ب،	: ٧
أ، إلى سوق ب،	: ١
أ، إلى سوق ب،	: صفر
من المصنع أ، إلى سوق ب،	: ٣
أ، إلى سوق ب،	: ١٢
أ، إلى سوق ب،	: ٥
أ، إلى سوق ب،	: ١٩

تُعطى هذه النتائج في وضع خطة توزيع المنتجات إلى الأسواق المختلفة بحيث تكون تكاليف النقل أقل ما يمكن :

لحل هذه المسألة يتم تصوير جدول يعتم :

١ — الطاقة الإنتاجية لكل مصنع .

٢ — الاحتياجات الكلية لكل سوق .

### الجدول الأول

المجموع	سوق ب	سوق د	سوق ب	سوق ب	الى ← من ↓
١٠٠					مصنع ١
٢٠٠					٢
٣٠٠					٣
٤٠٠					٤
٥٠٠					٥
	١٠٠	٢٠٠	٦٠٠	٦٠٠	المجموع

من المفروض أن اختيار أى حل لهذه المسألة لا بد وأن يحترم نومان من القيود:

( ١ ) إن مجموع ما يتم توزيعه على الأسواق المختلفة يجب أن يكون في حدود الطاقة الإنتاجية للمصانع .

( ٢ ) إن مجموع ما يتم توجيهه لسوق معين يجب أن يكون مساوياً أو أقل للاحتياجات القصوى لهذه السوق .

### خطوات العمل :

( ١ ) يتم اختيار الخلية ذات الركن الشمالى الغربى north West corner وهي ا ب . هذه الخلية أمامها مجموعات أحدهما أفقى (١٠٠) والآخر رأسى ( ١٠٠ ) . القاعدة هى أن نضع القيمة الأقل فى الخلية ا ب وسر فى اتجاه المجموع الأكبر . أما إذا كانا متساويان كما فى المشكلة المطروحة علينا فضع أحدهما ( ١٠٠ ) ثم سر عورياً فى اتجاه الخلية ا ب ( ضع الأقل وسرقه اتجاه الأكبر وفى حالة التساوى سر عورياً ) .

( ٢ ) اتبع هذه القواعد خطوة خطوة بعيداً عن الركن الشمالى الغربى حتى تصل إلى قيمة فى الركن الجنوبى الشرقى . عدد الخلايا المغطوة التى يجب أن يتم ملؤها يجب أن يساوى الصفوف + الأعمدة - ١

فى المشكلة المعروضة علينا يتم تكوين الجدول التالى :

الجدول الثانى

المجموع	ب	ب	ب	ب	ب
١٠٠	١٠٠				١
٢٠٠		٢٠٠			٢
٣٠٠			٣٠٠		٣
٤٠٠			٣٠٠	١٠٠	٤
٥٠٠				٥٠٠	٥
٦٥٠٠	١٠٠	٢٠٠	٦٠٠	٦٠٠	المجموع

٢ - الخطوة الثالثة من - - - هذا الحل لتحديد عما إذا كان حلاً مثالياً  
أبلاً :

التكاليف الحالية هي :

١ ب	:	١٠٠ وحدة	٧ ×	٧٠٠ =
١ ب	:	٢٠٠	١٢ ×	٢٤٠٠ =
١ ب	:	٣٠٠	١٥ ×	٤٥٠٠ =
١ ب	:	٢٠٠	٧ ×	٢١٠٠ =
١ ب	:	١٠٠	١٤ ×	١٤٠٠ =
١ ب	:	٥٠٠	٣ ×	١٥٠٠ =
المجموع				١١,٦٠٠

يتم اختيار هذا الحل وذلك بتقييم الخلايا الفارغة التي لم تستعمل وذلك  
لدراسة تأثير ملا هذه الخلايا على التكاليف. مثلاً الخلية ١ ب إذا حاولنا أن  
نملأها بوحدة واحدة فإننا يجب أن نطرح وحدة واحدة من الخلية ١ ب وأن  
نطرح وحدة واحدة من الخلية ١ ب وأن نملأ وحدة واحدة في الخلية ١ ب  
وأن نطرح وحدة واحدة من الخلية ١ ب وأن نملأ وحدة واحدة في الخلية  
١ ب أي أنه بالنسبة لمحاولة ملأ خلية فارغة، ستتأثر بذلك ثلاثة خلايا أخرى  
غير الخلية المراد ملؤها ( الخلية التي يتم اختيارها لاختيار الحل يجب أن تكون  
ذات أربع أركان منهم الركن الأول والثالث علوآن) في هذه الحالة سوف تكون  
تكاليف الحل كما يلي :

$$\begin{aligned} & \text{التكاليف الكلية} = \text{تكلفة وحدة من ١ ب} - \text{١ ب} + \text{١ ب} + \text{١ ب} \\ & = ١٢٦٠٠ - ٧ + ١٢ + ٨ + ٥ \\ & = ١٢٦٠٠ - ١٩ + ١٣ \\ & = ١٢٥٥٤ \end{aligned}$$

٤ - إذا كانت نتيجة تقييم الخلية موجبة ، كان معنى ذلك أن ملء هذه الخلية سيؤدى إلى زيادة في التكاليف . أما إذا كانت نتيجة التقييم سالبة كما هو الحال في الخطوة أعلاه ، كان معنى ذلك أن ملء هذه الخلية سيؤدى إلى نقص التكاليف . أما إذا كانت نتيجة تقييم الخلية يساوى صفر كان معنى ذلك أن ملء هذه الخلية لن يؤثر في التكاليف . في مثلنا هذا يجب أن يتم ملء هذه الخلية وذلك لأن ملأها سوف يخفض من التكاليف .

٥ - يتم تقييم جميع الخلايا الفارغة في الجدول ، بعد ذلك يتم اختيار الخلية ذات أكبر قيمة سالبة . هذه الخلية إذا تم ملأها سوف يتم تحسين الحل .

٦ - يتم تعديل الجدول السابق بأن تملأ الخلية ذات أكبر قيمة سالبة . يتم تعديل الركن الأول والثالث لهذه الخلية . يتم ملأها بواسطة القيمة الأقل . قد يستدعى الأمر تعديل بسيط في الجدول حتى تستقيم المجاميع مرة أخرى سيصبح الجدول كما يلي :

الجدول الثالث

المجموع	ب	ب	ب	ب	
١٠٠		١٠٠			١
٢٠٠	١٠٠	١٠٠			٢
٣٠٠			٣٠٠		٣
٤٠٠			٣٠٠	١٠٠	٤
٥٠٠				٥٠٠	٥
١٥٠٠	١٠٠	٢٠٠	٦٠٠	٦٠٠	مجموع

تكلفة هذا الحل كما يلي :

$$\begin{aligned} & 300 + 14 \times 100 + 10 \times 300 + 8 \times 100 + 12 \times 100 + 5 \times 100 \\ & \quad 3 \times 500 + 7 \times \\ & 150 + 210 + 1400 + 800 + 1200 + 500 = \\ & \quad 12900 = \end{aligned}$$

٧ - يتم تكرار خطوات التقييم السابقة حتى يتم الحصول على :

( ١ ) تقييم الخلايا الفارغة .

( ب ) الخلية ذات أكبر قيمة سالبة .

( ح ) ملاء الخلية ذات أكبر قيمة سالبة .

وهكذا حتى نحصل على تقييم الخلايا الفارغة ( صفر أو موجب ) .

وبالتالى نكون قد وصلنا للحل الأمثل المشكلة .

ويمكن حل مشاكل النقل عن طريق استخدام السمبلكس ويصير أسلوب السمبلكس أفضل حيث أنه يأخذ في حسابه جميع القيود الموجودة في المشكلة في حين أن طريقة التوزيع التي عرضناها تأخذ فقط في الحسبان تكلفة النقل .

## تطبيقات

١ - شركة تملك ثلاث مصانع م<sub>١</sub> م<sub>٢</sub> م<sub>٣</sub> وثلاث مخازن خ<sub>١</sub>، خ<sub>٢</sub>، خ<sub>٣</sub> البيانات الخاصة باحتياجات المصانع من العربات المختلفة ، وكذلك طاقة المخازن من العربات وتكاليف النقل من المخازن إلى المصانع موجودة في الجدول الآتي :

مخزن	خ <sub>١</sub> (قرش)	خ <sub>٢</sub> (قرش)	خ <sub>٣</sub> (قرش)	مجموع
م <sub>١</sub>	١٢٠	١٠٠	٥٠	٢
م <sub>٢</sub>	١٥٠	٨٠	٢٠	٧
م <sub>٣</sub>	٤٠	٥٠	١٠٠	٣
مجموع	٤	٥	٣	١٢

المطلوب توزيع هذه العربات من المخازن إلى المصانع المختلفة بأفضل تكاليف ممكنة .

٢ - تملك إحدى الشركات ثلاث مصانع وثلاث مخازن للتوزيع :

الجدول الآتي يبين الطاقة الإنتاجية لكل مصنع ، احتياجات كل مخزن وأسعار وتكاليف النقل ( بالقروش ) للوحدة الواحدة من المصانع المختلفة إلى مخازن التوزيع . المطلوب بيان أحسن وسيلة لتوزيع المنتجات من المصانع إلى المخازن .

مخزن / مصنع	خ <sup>١</sup> (قرش)	خ <sup>٢</sup> (قرش)	خ <sup>٣</sup> (قرش)	مجموع
ص <sup>١</sup>	١٢٠	١٥٠	٤٠	٤٠٠
ص <sup>٢</sup>	١٠٠	٨٠	٥٠	٦٠٠
ص <sup>٣</sup>	٥٠	٢٠	١٠٠	٢٠٠
مجموع	٢٠٠	٧٠٠	٢٠٠	

٣ - تملك إحدى المنشآت ثلاثة مصانع وأربعة مراكز التخزين . تقابل الإدارة مشكلة ترمين المخازن المختلفة بحيث أن تعمل تكاليف النقل أقل ما يمكن .

الجدول التالي يبين طاقات المصانع الإنتاجية ، وقدرة كل مخزن الاستيعابية وكذلك فئات الشحن بالقروش لكل وحدة منتجة من كل مصنع إلى كل مخزن .

مخزن / مصنع	١	٢	٣	٤	إجمالي
١	١٩	٣	٥٠	١٠	٧٠٠
٢	٧٠	٣٠	٤٠	٦٠	٩٠٠
٣	٤٠	٨	٧٠	٢٠٠	١٨٠٠
إجمالي	٥٠٠	٨٠٠	١٧٠٠	١٤٠٠	٢٤٠٠

٤ - إحدى شركات توزيع أجهزة التليفزيون تملك ثلاثة مخازن توزيع رئيسية كما يلي :

عدد الاجهزة الموجودة في المخزن	موقع المخزن
١٠٠	الإسكندرية
٢٠	القاهرة
٧٥	بورسعيد

ولقد تم تجميع طلبات العملاء في هذا الاسبوع كما يلي :

عدد الاجهزة المطلوبة	موقع العميل
٨٠	دمياط
٢٠	بنى سويف
٩٠	المنصورة

ولقد كانت تكاليف نقل الجواز الواحد من مناطق التخزين إلى مواقع العملاء كما يلي ( بالجنيهات ) :

المنصورة	بنى سويف	دمياط	الإسكندرية
٢ جنيه	١٠ جنيه	٥ جنيه	
٥	٧	٣	القاهرة
٤	٨	٦	بورسعيد

المطلوب : إعداد خطة التوزيع لهذه الشركة بحيث يتم تسليم هذه الاجهزة بأقل تكاليف ممكنة .

٥ - تملك إحدى الشركات ٣ مصانع و ٣ مخازن للتوزيع . الجدول الآتي يبين الطاقة الإنتاجية لكل مصنع ، احتياجات كل مخزن وتكاليف النقل ( بالقرش ) الواحدة الواحدة من المصانع المختلفة إلى مخازن التوزيع ، المطلوب بيان أحسن وسيلة لتوزيع المنتجات من المصانع إلى المخازن :

مخزن / مصنع	خ <sup>١</sup>	خ <sup>٢</sup>	خ <sup>٣</sup>	اجمالي الناتج
ص <sup>١</sup>	١٢٠	١٥٠	٤٠	٤٠٠
ص <sup>٢</sup>	١٠٠	٨٠	٥٠	٨٠٠
ص <sup>٣</sup>	٥٠	٢٠	١٠٠	٢٠٠
اجمالي الناتج	٤٠٠	٧٠٠	٢٠٠	١٤٠٠

تطبيق ٦ :

تمتلك إحدى الشركات ٣ مصانع و ٣ مخازن للتوزيع . الجدول الآتي يبين الطاقة الإنتاجية لكل مصنع واحتياجات كل مخزن وتكاليف النقل بالقروش للوحدة الواحدة من المصانع المختلفة إلى مخازن التوزيع .

المطلوب بيان أحسن وسيلة لتوزيع المنتجات من المصانع إلى المخازن :

مخزن / مصنع	خ <sup>١</sup>	خ <sup>٢</sup>	خ <sup>٣</sup>	اجمالي الناتج
ص <sup>١</sup>	١٢٠	١٥٠	٤٠	٤٠٠
ص <sup>٢</sup>	١٠٠	٨٠	٥٠	٨٠٠
ص <sup>٣</sup>	٥٠	٢٠	١٠٠	٢٠٠
اجمالي المطلوب	٤٠٠	٧٠٠	٢٠٠	

تطبيق ٧ :

تنتج إحدى الشركات منتجين س<sup>١</sup> و س<sup>٢</sup> ويبلغ ربح الوحدة الواحدة من المنتج س<sup>١</sup> ٤٠ جنيه ، والمنتج س<sup>٢</sup> ٢٠ ج ، ويرمى إنتاج كل من المنتجين بشخصين للإنتاج قسم ١ و قسم ٢ وإذا علمت البيانات التالية :

١ - يحتاج إنتاج المنتج س إلى ٤ ساعات عمل في القسم ١ ، ٢ ساعات عمل في القسم ب .

٢ - يحتاج إنتاج المنتج ص إلى ساعتين عمل في القسم ١ ، ٤ ساعات عمل في القسم ب .

٣ - ساعات العمل المتاحة في القسم ١ عبارة عن ١٠٠ ساعة وفي القسم ب عبارة عن ١٥٠ ساعة عمل .

والمطلوب : تحديد كمية الإنتاج المثل من كل منتج باستخدام :

(١) الطريقة البيانية . (ب) طريقة السمبلكس .

#### تطبيق ٨ :

نقوم شركة النصر بإنتاج ثلاثة موديلات من أجهزة الراديو ، كل جهاز يتطلب عمليات إنتاجية خاصة بالتصنيع والتجميع والتجبة ، الجدول الآتي يبين عدد الساعات المطلوبة لإنتاج الجهاز الواحد من كل موديل ؛ الربح المتوقع من بيع كل جهاز والطاقة الاستيعابية للسوق في الشهر القادم :

قسم التصنيع	قسم التجميع	قسم التجبة	ربح الجهاز	طاقة السوق الاستيعابية
موديل (١) ساعة	٢ ساعة	٢ ساعة	٢٥ ج	١٠٠٠ جهاز
موديل (ب) ٢ ساعة	٢ ساعة	٢ ساعة	٢٠ ج	١٥٠٠ د
موديل (ج) ١ ساعة	٢ ساعة	٢ ساعة	١٥ ج	٢٠٠٠ د
عدد الساعات المتاحة ١٥٠ ٢٠٠ ٦٠				

المطلوب : تحديد عدد الأجهزة الواجب إنتاجها من كل موديل في الشهر القادم وذلك لتحقيق أكبر ربح ممكن .

### البرمجة الخطية وتحليل الحساسية :

#### Linear programming & Sensitivity Analysis

في الجزء السابق من هذا الفصل تم عرض أسلوب البرمجة الخطية وعرفنا كيف أن هذا الأسلوب يفيد في عملية اتخاذ القرارات وذلك بتحديد أحسن الحلول الممكنة للوصول إلى هدف معين في ظل وجود عدد من القيود أو المحددات. في هذا الجزء من هذا الفصل يتم عرض أسلوب مكنل لأسلوب البرمجة الخطية وهنا سوف نناقش كيف يتأثر الحل أو القرار الذي تم تحديده بواسطة أسلوب البرمجة الخطية في حالة حدوث تغير في القيود أو المحددات المسؤرة في المشكلة موضع البحث . بمعنى آخر أننا بصدد الإجابة على مجموعة من الأسئلة كإلى :

(أ) ما هو أحسن الحلول أو القرارات إذا حدث تغير في الموارد المتاحة لنا ؟ ماهو الحل الأمثل إذا زادت كمية الموارد المتاحة ؟ زادت الطاقة الإنتاجية ، زادت كمية الخامات المتاحة ؟ الخ . أو ما هو الحل الأمثل إذا قلعت الموارد المتاحة ؟ حدث انكماش في الطاقة الإنتاجية ، حدث نقص في كمية الخامات المتاحة ، وهكذا .

(ب) ما هو أحسن الحلول أو القرارات إذا حدث تغير في معدلات الأرباح المتوقعة ؟ مثلاً ماهو الحل الأمثل إذا حدث زيادة في أسعار بيع المنتجات ومن ثم يزيد معدل الربح المتوقع عن المعدل الحالي الذي تم تقديره على أساس أسعار البيع الحالية ، أو على العكس ما هو الحل الأمثل إذا حدثت نقص في معدلات الربحية المتوقعة . مثلاً انخفاض أسعار بيع المنتجات من الأسعار التي تم تحديدها فيما سبق فيؤدي ذلك إلى تخفيض في معدلات الأرباح .

(ج) ماهو أحسن الحلول أو القرارات إذا حدث تغير في معدلات استخدام الموارد المتاحة لنا ؟ مثلاً حدوث زيادة في الكفاءة الإنتاجية في استخدام الآلات أو الخامات أو العمالة مما يؤدي إلى زيادة في الإنتاجية وبالتالي تحتاج إلى كميات من الموارد أقل لتحقيق رقم الأعمال المتوقع أو تحقيق رقم أعمال أعلى بنفس كمية الموارد المتاحة .

الوضع الحالي	الوضع الجديد
١ - الموارد المتاحة من حيث ساعات العمل ، كمية الخامات ، طاقة الإنتاج كما يلي : -	١ - الموارد المتوقع الحصول عليها قد زادت كما يلي :
٢٠٠ ساعة عمل مباشر في الأسبوع	٣٠٠ ساعة عمل مباشر في الأسبوع
١٠٠٠ كيلو من الخامات	١٥٠٠ كيلو من الخامات
٢٠٠ ساعة عمل آلي	٣٥٠ ساعة عمل آلي

أو

١ - الموارد المتوقع الحصول عليها قد قلت كما يلي :
١٥٠ ساعة عمل مباشر في الأسبوع
٨٠٠ كيلو من الخامات
٢٠٠ ساعة عمل آلي

كيف يتأثر الحل الأمثل ، مثل هذه التنهات ؟

٢ - توقع حدوث زيارة في سعر البيع إلى ٧ جنيهات للوحدة مع زيادة التكلفة فقط إلى أربعة جنيهات وبالتالي فإن معدل الربحية عبارة عن ثلاثة جنيهات للوحدة الواحدة .	٢ - أسعار البيع الحسابية ٥ جنيهات للوحدة وتكلفة الوحدة ٣ جنيهات وبالتالي معدل الربحية عبارة عن جنيهان للوحدة الواحدة
---	--

كيف يتأثر الحل الأمثل مثل هذه التغيرات ؟

٣ - معدلات الإنتاجية كما يلي : ٣ - ترفع رفع الكفاءة الإنتاجية  
في تحميل الأفراد ، الآلات ، استخدام  
الخامات كما يلي :

ساعة عمل إلى تنتج ٣٠ وحدة	ساعة عمل إلى تنتج ٢٥ وحدة
ساعة عمل مباشر تنتج ١٥ وحدة	ساعة عمل مباشر تنتج ٢٠
كبلر من الخامات ينتج ٢٥	كبلر من الخامات ينتج ٣٠

كيف يتأثر الحل الأمثل بمثل هذه التغيرات ؟

مثال عملي :

تقوم منشأة بإنتاج منتجين هما ١ و ٢ . هناك نوعين من القيود ، العمل ،  
طاقة قسم التجميع وإليك البيانات المتعلقة بهذه المشكلة :

الربح	المنتج ١	المنتج ٢	الطاقة المتاحة
	٤٠ ج للوحدة	٥٠ ج للوحدة	
طاقة قسم التجميع	يحتاج إلى وحدة واحدة من طاقة قسم التجميع	لايزم إنتاجه في هذا القسم	٥٠ وحدة متاحة في اليوم
طاقة العمل	يحتاج إلى ساعة عمل واحدة	يحتاج إلى ساعتين عمل	٨٠ ساعة عمل متاحة في اليوم

يلاحظ أن المنتج ١ يساهم بمقدار ٤٠ جنيه في الأرباح بينما يحتاج إنتاج الوحدة الواحدة منه إلى وحدة من طاقة قسم التجميع . وأيضاً إلى ساعة عمل واحدة من طاقة العمل .

أما المنتج فإنه لا يحتاج إلى أي وحدات من طاقة قسم التجميع ،  
 بينما يحتاج إلى ساعتين عمل ، وفي نفس الوقت يساهم بمقدار ٥٠ جنيه في  
 الأرباح .

الطاقة المتاحة في قسم التجميع عبارة عن ٥٠ وحدة ، بينما الطاقة المتاحة في  
 قسم العمل عبارة عن ٨٠ ساعة عمل .

استخدام أسلوب البرمجة الخطية :

معادلة الربحية (الهدف)

$$140 + 50B = \text{أكبر ربح يمكن}$$

قيود الطاقة الخاصة بقسم التجميع

$$50 \geq 1$$

قيود طاقة العمل

$$80 \geq 1 + 2B$$

استخدام أسلوب تحليل الحساسية :

لتفرض أننا نرغب في معرفة الحل الأمثل في حالة تكبير طاقة قسم التجميع  
 من ٥٠ وحدة في اليوم إلى ٦٠ وحدة في اليوم .

معادلة الربحية

$$140 + 50B = \text{أكبر ربح يمكن}$$

$$60 \geq 1$$

$$80 \geq 1 + 2B$$

الوضع الجديد	الوضع الحال
$١٤٠ + ٥٠ = ب = أكبر ربحية ممكنة.$	$١٤٠ + ٥٠ = ب = أكبر ربحية ممكنة$
$٦٠ > ١$	$٥٠ > ١$
$١٠ > ٢ + ١$	$٨٠ > ٢ + ١$
الحل الأمثل : إنتاج ٦٠ وحدة من المنتج أ لإنتاج ١٠ وحدات من المنتج ب	الحل الأمثل : إنتاج ٥٠ وحدة من المنتج أ لإنتاج ١٠ وحدة من المنتج ب
مقدار الأرباح = ٢٩٠ ج	مقدار الأرباح = ٢٧٥ ج

وبالتالى فإن زيادة الطاقة الإنتاجية لقسم النسيج من ٥٠ وحدة في اليوم إلى ٦٠ وحدة في اليوم أدى إلى زيادة الأرباح من ٢٧٥ ج إلى ٢٩٠ ج في اليوم .

زيادة الطاقة بمقدار ١٠ وحدات في اليوم أدى إلى زيادة الأرباح بمقدار ١٥ ج في اليوم .

#### أثر تغير معدلات الأرباح :

لنفرض أن هناك زيادة كبيرة في سعر بيع المنتج ب أدت إلى زيادة في ربحيته من ٥٠ بنيتها للوحدة إلى ١٠٠ بنيتها للوحدة . بفرض بقاء العوامل الأخرى على ما هي عليه كيف يتأثر الحل الأمثل :

الوضع الجديد	الوضع الحال	الهدف
$١٤٠ + ١٠٠ ب$	$١٤٠ + ٥٠ ب$	
$= أكبر ربح ممكن$	$= أكبر ربح ممكن$	
$٥٠ > ١$	$٥٠ > ١$	قيد التجميع
$٨٠ > ٢ + ١$	$٨٠ > ٢ + ١$	قيد العمل
$= ١$ صفر	$= ١$ وحدة	الحل الأمثل
$٤٠ = ب$	$١٥ = ب$ وحدة	
$٤٠٠٠ ج$ في اليوم	$٢٧٥٠ ج$ في اليوم	معدل الربح

يتضح مما سبق أن تنغير في معدلات الربحية أدى إلى تنغير في الحل الأمثل .

#### أثر تنغير معدلات استخدام الموارد المتاحة :

نفرض أن هناك أحد رب حديث تدنم اكتفائه بواسطة يمكن تخفيض كمية العمل المطلوبة لإنتاج المنتج ب . هل أي حال فإن الأمر يتطلب تدريب العاملين على هذا الأسلوب . بالطبع هناك تكلفة إضافية لهذا التدريب والمنهأة ترفع في معرفة هل هناك جدوى من عملية التدريب أم لا ؟ بمعنى آخر نرغب في تحديد الوفورات التي ستتحقق من تطبيق هذا الأسلوب الجديد لكي يمكن مقارنته مع التكاليف الإضافية التي ستحملها المنهأة نتيجة لقيامها ببرنامج التدريب .

الوضع الجديد	الوضع الحال	الهدف
$١٤٠ + ٥٠ ب = أكبر ربح ممكن$	$١٤٠ + ٥٠ ب = أكبر ربح ممكن$	
$٥٠ > ١$	$٥٠ > ١$	قيد التجميع
$٨٠ > ٢ + ١$	$٨٠ > ٢ + ١$	قيد العمل
$= ١$ صفر	$= ١$	الحل الأمثل
$٨٠ = ب$	$١٥ = ب$	
$٤٠٠٠ ج$	$٢٧٥٠ ج$	معدل الربح

وبالتالى فإن برنامج التدريب سوف يؤدى إلى زيادة فى الأرباح اليومية بمقدار ١٢٥٠ جنيبا . يتم مقارنة هذه الزيادة مع تكاليف التدريب وبناء على ذلك يمكن الوصول إلى قرار بخصوص القيام ببرنامج التدريب أم لا .

ملاحظ فيما سبق أن هناك تغير قد حدث فى جعل الأرباح نتيجة لحدوث تغيير فى الموارد المتاحة . فيما يلى ترشيب فى تحديد مقدار حساسية الربحية للتغيرات فى الموارد المتاحة . فقد نجد أن الربح يكون حساسا بدرجة أكبر للتغير فى معدلات استخدام الموارد . بينما التغير فى مقدار الأرباح لا يكون كبيرا فى حالة زيادة مثلا طاقة قسم التجميع فها يمكن القول أن الربحية ليست حساسة للتغير فى طاقة قسم التجميع حيث أن زيادة طاقة قسم التجميع من ٥٠ إلى ٦٠ وحدة فى اليوم لم يؤدى إلا إلى زيادة فقط فى ورم الأرباح بمقدار ١٥٠ جنيبا .

الوارد	مقدار التغير فى الموارد	مقدار التغير فى الربحية
طاقة قسم التجميع	+ ١٠ وحدات فى اليوم	+ ١٥٠ جنيبا
معدلات الأرباح	+ ٥٠ جنيبا للوحدة من المنتج ب	+ ١٢٥٠ جنيبا
معدلات استخدام العمل	- ١ ساعة للوحدة للمنتج ب	+ ١٢٥٠ جنيبا

الجدول السابق يوضح أن أثر التغيرات على الأرباح تختلف باختلاف العنصر الذى يتم فيه التغير .

لكنى تحدد بدقة مقدار الحساسية يتطلب الأمر معرفة مقدار التغير فى الربحية نتيجة لحدوث تغيير فى أى عنصر من العناصر المؤثرة فى القرار بمقدار وحدة واحدة سواء بالزيادة أو بالنقص .

#### أثر التغير فى طاقة قسم التجميع :

نفرض أن طاقة قسم التجميع قد زادت بمقدار وحدة واحدة أى زادت من ٥٠ وحدة فى اليوم إلى ٥١ وحدة فى اليوم كما يلى :

الوضع الجديد	الوضع الحال	الهدف :
$٥٠ + ١٤٠$	$٥٠ + ١٤٠$	طاقة التجميع
$٥١ \geq ١$	$٥٠ \geq ١$	طاقة العمل
$٨٠ \geq ٢ + ١$	$٨٠ \geq ٢ + ١$	الحل الأمثل
$٥١ = ١$	$٥٠ = ١$	
$١٤,٥ = ب$	$١٥ = ب$	
٢٧٦٥	٢٧٥٠	مجموع الربح

#### أثر التنهد في طاقة العمل :

لفرض زيادة طاقة العمل بمقدار وحدة واحدة في اليوم :

الوضع الجديد	الوضع الحال	الهدف :
$٥٠ + ١٤٠$	$٥٠ + ١٤٠$	طاقة التجميع
$٥٠ \geq ١$	$٥٠ \geq ١$	طاقة العمل
$٨١ \geq ٢ + ١$	$٨٠ \geq ٢ + ١$	الحل الأمثل
$٥٠ = ١$	$٥٠ = ١$	
$١٥,٥ = ب$	$١٥ = ب$	
٢٧٧٥	٢٧٥٠	مجموع الربح

أثر التغير في معدلات الربحية :

( ١ ) زيادة في الربحية بمقدار ١ جنيه للمنتج ١

الوضع الجديد	الوضع الحالي
$٥٠ + ١٤١$	الهدف : $٥٠ + ١٤٠$
$٥٠ > ١$	طاقة التجميع : $٥٠ > ١$
$٨٠ > ٢ + ١$	طاقة العمل : $٨٠ > ٢ + ١$
$٥٠ = ١$	الحل الأمثل : $١٥ = ٦٥٠ = ١$
$٢٧٥٠$ بمعدل الربح ١٥ = ٦	بمعدل الربح : ٢٧٥٠ جنيه

وواضحاً مما سبق أن بمعدل الأرباح غير حساس ولا يتأثر ، بتغير معدلات ربحية المنتج ١

( ٢ ) زيادة في الربحية بمقدار ١ جنيه للمنتج ٢

الوضع الجديد	الوضع الحالي
$٥٠ + ١٤٠$	الهدف : $٥٠ + ١٤٠$
$٥٠ > ١$	طاقة التجميع : $٥٠ > ١$
$٨٠ > ٢ + ١$	طاقة العمل : $٨٠ > ٢ + ١$
$٤٠ = ١$	الحل الأمثل : $٥٠ = ١$
$١٥ = ٦$	$١٥ = ٦$
$٢٧٥٠$	بمعدل الربح : ٢٧٥٠

ومذا يظهر الى عدم حساسية بمعدل الأرباح نتيجة للتغير في معدل الربحية للمنتج ٢

أثر التغير في معدلات استخدام العمل :

فما سبق عرفنا أن زيادة الكفاءة الإنتاجية في استخدام قوة العمل أدى إلى  
تغير في مقدار الأرباح الإجمالية .

يلاحظ مما سبق أن الأرباح الإجمالية ، أكثر حساسية ، للتغير في العناصر  
الآتية :

- ١ - طاقة قسم التصنيع .
  - ٢ - طاقة العمل .
  - ٣ - معدلات استخدام العمل .
- وأن الأرباح الإجمالية ، غير حساسة ، للتغير في العناصر الآتية :
- ١ - معدل ربحية المنتج أ .
  - ٢ - معدلات ربحية المنتج ب .

## مشاكل

١ - تقوم إحدى المنشآت بإنتاج متجهين  $\alpha$  و  $\beta$  . ويحتاج إنتاجهما إلى عدد معين من ساعات العمل في القسمين الإنتاجيين لهذه المنفعة .

المنتج أ

ربح الوحدة = ٦٠ ج

يحتاج إلى ساعة عمل في القسم الإنتاجي الأول

و ساعتين عمل في القسم الثاني

المنتج ب

ربح الوحدة = ٢٠ ج

لا يحتاج إلى أي ساعات عمل في القسم الإنتاجي الأول

يحتاج إلى ساعتين عمل في القسم الإنتاجي الثاني

طاقة القسم الأول ٢٠ ساعة في اليوم

طاقة القسم الثاني ٨٠ ساعة في اليوم

يفرض أن طاقة القسم الأول زادت من ٢٠ ساعة إلى ٢١ ساعة في اليوم ،  
ما أثر ذلك على الحل الأمثل الأصلي لهذه المشكلة .

يفرض أن طاقة القسم الثاني زادت من ٨٠ ساعة إلى ٨١ ساعة في اليوم ؛  
ما أثر ذلك على الحل الأمثل الأصلي لهذه المشكلة .

٢ - تقوم إحدى المنشآت بإنتاج متجهين  $\alpha$  و  $\beta$  . يحتاج إنتاج كل منهما إلى تشغيل على ماكينات الخياطة ، وأيضاً تشغيل يدوى بواسطة عمال مهرة في هذه الصناعة .

المنتج الأول

الربحية ٨ ج الصندوق الواحد

ساعات العمل على ماكينات الخياطة ٤ ساعات الصندوق الواحد

ساعات العمل اليدوى المطلوبة ٤

### النتج الثاني

الربحية ٣٢ ج الصندوق الواحد

ساعات العمل على ماكينات الخياطة ٢ ساعة الصندوق الواحد

ساعات العمل اليدوي المطلوبة ٤ ساعات للصندوق الواحد

طاقة ماكينات الخياطة المتاحة عبارة عن ١٦٠ ساعة في اليوم

طاقة العمل اليدوي عبارة عن ٢٤٠ ساعة في اليوم

المطلوب الاول : ما هو أثر التفهر في طاقة ماكينات الخياطة بمقدار ساعة

واحدة في اليوم على الحل الاصل للمشكلة.

المطلوب الثاني : ما هو أثر التفهر في طاقة العمل اليدوي بمقدار ساعة واحدة

في اليوم على الحل الاصل للمشكلة .



## الباب الثالث

### تحليل شبكات الأعمال



## الباب الثالث

### تحليل شبكات الاعمال

#### Network Analysis

يختص الأمر عندما يصطلم المدير بموقف معين ان فيه تتمدد وتضعب العمليات المطلوبة لأداء وظيفة معينة أو عملية معينة أن يستخدم نظام معين أو طريقة معينة للتفكير أو حتى لتزويج هذه العمليات بحيث يتم تحقيق هذه الوظيفة أو أداء هذه العملية في أقل وقت ممكن أو بأقل التكاليف . يفيد كثيراً الأسلوب الخامس بتحليل شبكات الأعمال في مساعدة المدير في تخطيط وجدولة العمليات المختلفة اللازمة لأداء عملية معينة بحيث يتم أدؤها بأقل كفاية ممكنة . يمكن القول بأن هناك أسلوبين يستخدمان في هذه المواقف وهما PERT ، CP.M ، PERT عبارة عن اختصار لـ

#### Program Evaluation and Review Technique

ولقد تم استخدام أسلوب بيرت في تخطيط وجدولة العمليات الخاصة بإنتاج صواريخ بولارس التي يتم إطلاقها تحت مسماء المحيط بواسطة غواصات متحركة بواسطة وزارة الدفاع الأمريكية في عام ١٩٥٨ . وبعد أساسياً لاسلوب بيرت .

(١) مفهوم ، حادث ، ( Event ) الذي يشير إلى الوصول إلى مرحلة معينة في تمام المشروع Project .

---

(1) J. Wiest & F. Levy, A Management Guide to PERT—CPM, Prentice—Hall, U.S.A, 1975.

(ب) الوقت المتوقع المطلوب لإتمام النشاط Activity الذى يؤدي إلى تحقيق هذه الحادثة

أما عن C P M فهو اختصار لـ Critical Path Method

ويسمى بأسلوب المسار الحرج فهو أساساً يختص بمعرفة العلاقة بين التكاليف وبين وقت الانتهاء من مشروع معين. في الحقيقة أن أسلوب المسار الحرج يقوم بالتركيز على تقصير مدة إتمام المشروع وذلك بتخصيص عدد أكبر من المال أو الموارد ومعرفة التكاليف الإضافية نتيجة ذلك وبالتالي تستطيع الإدارة أن تتخذ قرارات بخصوص تحديد وقت الانتهاء من المشروع بمعنى آخر تحديد مما إذا كان من المفضل تقصير مدة إتمام المشروع وتحمل بعض التكاليف الإضافية أو إتمام المشروع في مدته الأصلية مع تفادى هذه التكاليف الإضافية بتوقف ذلك بالطبع على ظروف الإدارة .

يلاحظ أن هناك خلاف جوهري بين من يبرر أسلوب المسار الحرج لبيئنا أسلوب المسار الحرج يفترض أن الوقت المطلوب لأداء العمليات المختلفة لإتمام المشروع معروف ، أيضاً العلاقة بين الموارد المستخدمة والوقت المطلوب لأداء العمليات المختلفة ، معروف أيضاً ، وبالتالي فإن أسلوب المسار الحرج لا يعتمد بالاحوال التي تتسم بعدم توافر الوقت المؤكد لأداء العمليات المختلفة .

C P M is not Concerned with uncertain Job times, It deals with time—cost trade—off.

أما عن بيرت فإنه يعتمد أساساً على تقسيم المشروع الى عدد من الانشطة Activities المستقلة والتي تتم في تتابع معين الى أن يتم أداء الوظيفة المطلوبة أو العملية المعنية ومن ثم يمكن تصوير هذه الانشطة في شكل شبكة Activity Network تمثل تلك الانشطة في علاقاتها التتابعية وأيضاً الاحداث Events التي يتم التوصل إليها عن طريق الانشطة المختلفة أساسياً لأسلوب بيرت كما سبق القول هو تحديد الانشطة والحوادث والوقت المتوقع لإتمام هذه الانشطة والوصول لهذه الحوادث . يتم استخدام أسلوب بيرت في الاحوال التي تتسم بعدم توافر الوقت المؤكد لأداء الانشطة .

PERT is concerned with uncertain Job times

وبالتالى فإن يورت يستخدم فى المشروعات التى تقسم بعدم توافر معلومات  
أكيدة عن الأوقات المطلوبة لأداء الأنشطة المختلفة (فى مجال البحوث والتطوير)  
أما عن أسلوب المسار المخرج فإنه يتم استخدامه فى المشروعات الإنشائية  
Construction التى تصنف بطوافر - من الخبرة السابقة - معلومات أكيدة  
من الوقت المطلوب لأداء العمليات المختلفة .

وعموماً فإن أسلوب يورت وأسلوب المسار المخرج يتم تطبيقهما فى مجالات  
عنها ما يلى :

- ١ - المشروعات الخاصة بإنشاء المباني أو الطرق السريعة ( Highways )
- ٢ - المشروعات الخاصة بتقديم منتجات جديدة .
- ٣ - المشروعات الخاصة بإقامة الحاسبات الالكترونية .
- ٤ - المشروعات الخاصة بالصيانة .
- ٥ - المشروعات الخاصة ببناء السفن .
- ٦ - المشروعات الخاصة بالبحوث .

ويلاحظ أن هذه الأساليب يمكن أن تستخدم فى النواحي العامة والتى  
تختص بالنشاط الإنسانى فى حياته اليومية ، فمثلاً أسلوب يورت يمكن أن تستعين  
به ربة البيت فى تنسيق العمليات التى ينفذ إتمامها فى سبيل إتمام بعض شئونها  
المزول أى عموماً إن طريقته يورت يمكن أن تستخدم فى أى مجال يتطلب بذل جهود  
من أجل تحقيق أهداف معينة فى فترة زمنية مناسبة .

وهناك بعض الشروط الواجب توافرها فى المشاريع التى يمكن تحليلها  
بواسطة ١٦ الأساليب نودحها فيما يلى :

- ١ - إن المشروع يتكون من عدد من الوظائف أو الأنشطة المحددة ،  
محدد واضحاً Well - defined وإلى إقسامها ينشئ المشروع ( يتم تحقيق  
الهدف مثلاً بناء منزل ) .

( م ٩ - بحث )

٢ - هذه الوظائف أو الأنشطة يمكن أن يتم بذرها أو توقفها Stopped بشكل مستقل عن بعضها ولكن في تتابع معروف .

٣ - هذه الوظائف لها ترتيب معين بحيث يجب أن يتم تأديتها في شكل متتابع مثلاً في مشروع بناء إحدى المنازل لابد من إتمام الأساس قبل بناء الحوائط ، يلاحظ أن ترتيب الوظائف يعتمد أساساً على التكنولوجيا التي تتحكم في المشروع .

#### تخطيط وجدولة شبكات الأعمال

##### Planning and scheduling networks

يلاحظ أنه شرط أساسي لإمكانية تطبيق أسلوب بيرت وأسلوب المسار المخرج هو تقسيم المشروع إلى وظائف أو أنشطة مستقلة وكذلك تحديد خط التتابع لهذه الوظائف . وبالنسبة لابد من معرفة الوظائف التي لابد من أدائها وإتمامها قبل أن تبدأ الوظائف الأخرى . الخطوة الثانية هو تصوير هذه الوظائف أو الأنشطة الأخرى في شكل شبكة التي تظهر خط التتابع بين الوظائف المختلفة.

يمكن تصور ذلك بواسطة عرض مثال بسيط جداً لعملية إعداد الميزانية التقديرية في إحدى الشركات الصناعية . لفرض أن رئيس الشركة يريد أن يتم إعداد الميزانية التقديرية للشركة في أقرب وقت . لكي يتم هذا المشروع فإن الأمر يستلزم القيام بمجموعة من الوظائف أو الأنشطة كما يلي :

١ - إن رجال البيع يجب تقديم تقديراتهم عن حجم المبيعات لفترة إعداد الميزانية لكل من مدير المبيعات وكذلك مدير الإنتاج

٢ - مدير المبيعات يجب تقدير أسعار البيع وتقديمها إلى المدير المالي .

٣ - مدير الإنتاج يجب أن يضع خطة الإنتاج ويقوم بتوزيعها على الماكينات المختلفة .

٤ - يقوم مدير الإنتاج بإعداد جداول الإنتاج وتوزيعها على الآلات المختلفة إلى مدير الحسابات الذي يقوم بتحديد تكلفة الإنتاج وتقديمها إلى

• بناء على تقديرات المبيعات والتكاليف يقوم المدير المالي بوضع خطة التمويل وكذلك ترجمة تقديرات المبيعات، الإنتاج، التمويل في شكل موازنة مالية ويقوم بتقديمها إلى رئيس الشركة .

وبلاحظ أنه في عملية إعداد الميزانية التقديرية ، لا يمكن أداء أى شيء قبل الانتهاء من تقدير المبيعات . وبعد تقدير المبيعات يمكن تسمير المبيعات وكذلك تحديد جداول الإنتاج . أى هناك ثلاث وظائف :

١ - تقديرات المبيعات .

٢ - تسمير المبيعات .

٣ - تحديد جداول الإنتاج .

هنا يتحتم الأمر أن يتم تقدير المبيعات قبل القيام بأى شيء آخر ( تسميرها أو تحديد جداول الإنتاج ) . وبالتالي فإن تسمير المبيعات بعد نشاط سابق Immediate predecessor لهذه الوظائف أو الأنشطة ، ايضاً فإن تسمير المبيعات بعد نشاط سابق للعملية الخاصة بإعداد الميزانية التقديرية بواسطة المدير المالي أى ان المدير المالي لا يستطيع ان يقوم بوضع تقديرات التمويل قبل الانتهاء من العملية الخاصة بتسمير المبيعات . نفس الكلام ينطبق على " ١ " الخاصة بإعداد تكاليف الإنتاج فإنها ايضاً تسبق العملية الخاصة بوضع التمويل ويمكن تصور ذلك في الجدول الآتى :

الوقت المطلوب لإنجاز النشاط	القسم	وصف النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الرمز الذى يدل على النشاط
١٤ يوم	المبيعات	تقدير حجم المبيعات	٢٦١	١
٣ أيام	"	تسمير المبيعات	١٦٢	ب
٧ أيام	الإنتاج	تحديد جداول الإنتاج	٢٦٢	ج
٤ أيام	المحاسبات	تحديد تكاليف الإنتاج	١٦٣	د
١٠ أيام	المال	إعداد الميزانية التقديرية	٥٦٤	هـ

المصدر : Wiest & Levy, A Management Guide to PERT-CPM ( 1975 ) P.6,

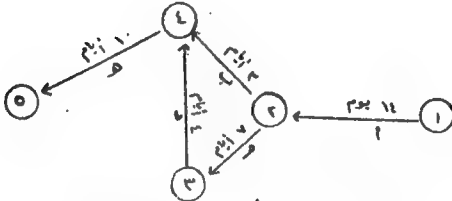
بعد ذلك يتم تصوير هذه الأنظمة المختلفة الخاصة بإعداد الميزانية التقديرية في شكل شبكة طبقاً لما يلي :

١ - يرسم سهم لكي يدل على النشاط أو الوظيفة .

٢ - ترسم حافة لكي يدل على حدث معين . والحدث هو بداية نشاط أو نهاية نشاط آخر . هنا نجد أن نهاية النشاط ( أ ) يمثل بداية للنقطة ( ب ) ، ( ج ) .

٣ - يتم كتابة الرمز الذي يدل على النشاط أسفل السهم الخاص به وكذلك الوقت اللازم لإداء النشاط أعلى السهم الخاص به .

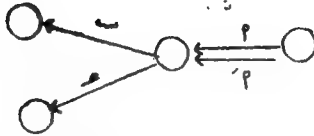
٤ - يتم كتابة رقم داخل كل حلقة يدل على ترتيب الحدث . وبالتالي فإن الرقم ( ١ ) يتم وضعه في الحلقة الأولى حيث يمثل بداية النشاط ( أ ) وهكذا .



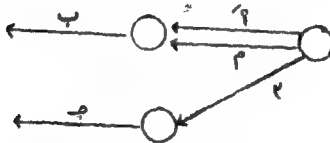
الشبكة الخاصة بأعداد الميزانية التقديرية

ويلاحظ في الشكل السابق أن النشاط ( أ ) لابد وأن يتم قبل البدء في أي شيء آخر . أيضاً لابد من إتمام النشاطين ( ب ) و ( ج ) قبل البدء في النشاط ( د ) أما عن النشاط ( هـ ) فلا بد من إتمام الأنشطة ( ب ) و ( ج ) قبل البدء فيه .

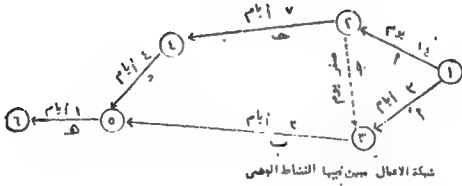




غير ان الشكل السابق يظهر النشاط ١ على أنه نشاط أيضاً سابق للنشاط ٢ (النشاط الخاص بعمل مسح ودراسة لأسعار المنافسين يسبق في الترتيب النشاط الخاص بجدولة الإنتاج) في حين ان ذلك ليس حقيقياً . لإزالة هذا الخطأ يمكن تصوير الأنشطة كما يلي بأن تقوم برسم النشاط ١ مرتين حتى يؤول البس المشار إليه :



غير ان ذلك يخالف القاعدة الخاصة بتصوير الأعمال التي تقضى بأن يكون هناك سهم واحد لكي يمثل نشاط واحد (لا يجوز تمثيل النشاط الواحد بأكثر من سهم) وذلك حتى يتم تلافي تعقيد الشبكة في حالة العمل في مشروعات كبيرة معقدة . للتغلب على هذه المشكلة الخاصة تم إدخال مفهوم النشاط الوهمي Dummy activity في العملية الخاصة بإعداد شبكة الأعمال ويشير النشاط الوهمي إلى ذلك النشاط الذي يحتاج إلى صفر من الوقت لكي يتم إعداده ويستخدم فقط لشرح العلاقة المشار إليها سابقاً والتي في حالة استخدام النشاط الفعلي Actual فإنه يقوم بإحداث التعقيدات التي ذكرناها سابقاً . ويتم الإشارة إلى النشاط الوهمي بسهم على شكل خط متقطع كما هو في الشكل التالي :



يلاحظ أن النشاط الوهمي بين ما يلي :

١ - نشاط (١) ٦ نشاط (١) كليهما سابقون للنشاط (ب) . ولما كان النشاط (١) سابق مباشرة للنشاط الوهمي (و) ، والنشاط الوهمي (و) نشاط سابق مباشرة للنشاط (ب) فإن النشاط (١) ليس نشاط سابق مباشرة للنشاط (ب) ولكن مازال نشاطاً سابقاً معنى ذلك أنه مازال لابد من إتمام النشاط (١) حتى يمكن البدء في النشاط (ب) لانه نشاط سابق مباشرة للنشاط الوهمي (و) الذي بدووه يجب أن يتم قبل البدء في النشاط (ب) .

٢ - يمكن بيان أوت النشاط (١) نشاط سابق مباشرة للنشاط (ج) بدون أن تقوم بإظهار النشاط (١) كنشاط سابق للنشاط (ج) وبالطبع ليس هو كذلك .

٣ - يظهر من الشكل السابق أن (١) نشاط سابق مباشرة للنشاط (ب) وأيضاً كل نشاط يتم تمثيه بواسطة سهم واحد فقط .

Immediate Predecessor

ويمكن إظهار هذه العلاقات في الجدول الآتي :

الرمز الذي يحل على الترتبة النشاط	الوقائع المرتبة بالنشاط	وصف النشاط	النشاط القديم السابق المستول المطلوب مباشرة لإتمام النشاط	الوقت
١	٢٦١	تقرير حجم المبيعات	-	البيع ١٤ يوم
١	٢٦١	مسح أسعار المنافسين	-	البيع ٣ يوم
و	٢٦٢	النشاط الرسمى	١	- صفر يوم
ب	٢٦٢	تسهر المبيعات	١	البيع ٣ يوم
ح	٤٦٢	تحديد جداول الإنتاج	١	الإنتاج ٧ يوم
د	٥٦٤	تحديد تكلفة الإنتاج	٥	الحسابات ٤ يوم
هـ	٦٦٥	إعداد الميزانية التقديرية	ب ٦ و	المال ١٠ يوم

Wiest & levyn op. cit., P. 10.

المصدر لهذا المثال :

مثال بناء منزل :

سوف نقوم بمرس هذا المثال لكي نوضح العملية الخاصة برسم شبكة الأعمال  
مشروع بناء المنزل يمكن تحليله بواسطة أسلوب بهوت أو الأسلوب الخاص  
بالسار الحرج . في حين أن المشروع يتطلب عمليات تفصيلية متعددة إلا أننا  
سوف نكتفي بالعمليات أو الوظائف الرئيسية الجدول التالي يبين :

١ - الوظائف الرئيسية الخاصة ببناء المنزل .

٢ - الوقت المطلوب لأداء وظيفة .

٣ - الأنشطة السابقة مباشرة في كل حالة .

ملاحظ أن العلامة ( هـ ) تشير إلى النشاط الرمى المطلوب لرمى القبعة

الرمز الذى يبدل على النشاط	وصف النشاط	النشاط أو الأنشطة السابقة مباشرة	الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم
ا	تمهيد الأرض والحفر	-	٤
ب	صب الأساسات	ا	٧
ج	إقامة الأعمدة والسقف	ب	٤
د	إقامة الجدران	ج	٦
هـ	تركيب مواسير الصرف	ب	١
و	صب الدور الأرضى	د	٧
ذ	أعمال السباكة التمهيدية	هـ	٣
ره	أعمال الكهرباء التمهيدية	د	٢
س	أعمال أجهزة تسكين الهواء	د و	٤
ش	طلاء الجدران بالمواد العازلة	د و ره س	١٠
ص	أعمال الأرضية	ش	٢
ض	تركيب معدات المطبخ	صه	١
ط	تركيب السمكرة النهائية	صه	٢
ظ	أعمال التجارة	صه	٢
ع	إنهاء أعمال السطح	د	٢
غ	تثبيت العلامات الأساسية		١
ف	تركيب حوازل خارجية	ب	١
هـ ك	طلاء الأرضيات	س و ل	٧
ل	طلاء الجدران بالألوان	س و ط	٣
م	أعمال الكهرباء النهائية	ل	١
ن	توصيل الكهرباء	ع و ف	٧
ى	تمهيد المدخل	ن	٥

جدول

مشروع بناء منزل

الوقت المطلوب لإداء النشاط باليوم	النشاط السابق مباشرة	الوقائع المرتبطة بالنشاط	إسم النشاط
٤	—	٢٠١	١
٢	١	٣٠٢	ب
٤	ب	٤٠٣	ج
٦	ج	٥٠٤	د
١	ب	٦٠٣	هـ
٢	هـ	٧٠٦	و
٣	هـ	٨٠٦	ز
٢	ج	٨٠٤	ر
صفر	ج	٧٠٤	وحي ٢
٤	وحي ١، و	٨٠٧	س
١٠	ذ، ر، س	٩٠٨	ش
٣	س	١٠٠٩	ص
١	ص	١٢٠١٠	ض
صفر	ص	١١٠١٠	وحي ٢
٢	وحي ٢	١٢٠١١	ط
٣	س	١٣٠١٠	ظ
٢	ح	١٤٠٥	ع

(تابع الجدول السابق)

الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم	النشاط السابق مباشرة	الوقائع المرتبطة بالنشاط	إسم النشاط
١	ج	١٥٠١٤	غ
١	ب	١٥٠١٣	ف
صفر	ل	١٦٠١٢	وهى ٣
٢	وهى ٣، ط	١٨٠١٣	ك
٣	ض، ط	١٥٠١٢	ل
١	ل	١٨٠١٦	م
٢	غ، ف	١٧٠١٥	ن
٥	ن	١٨٠١٧	ى



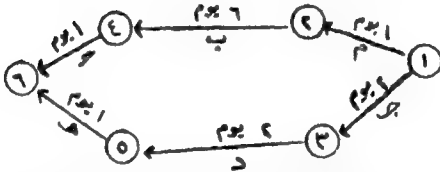
### البحث عن المسار الحرج :

بعد أن يتم ترجمة المشروع إلى :

- ١ - شبكة أعمال Network تتكون من الأنظمة وحداث .
- ٢ - تقدير الوقت اللازم لانتهاء كل نشاط .

لكون في موقف يمكننا من تقدير الحد الأدنى من الوقت اللازم لإداء هذا المشروع . لكي نحقق ذلك نقوم بتحديد المسار الحرج Critical Path وهو عبارة عن أطول مسار يربط بين عدد من الأنشطة المتتالية في شبكة الأعمال ويسمى بالنقاط الحرج لأنه يتحكم فعلاً في وقت انتهاء المشروع كله .

لفرض فكرة المسار الحرج نفترض أن لدينا الشبكة الآتية :



يلاحظ من هذه الشبكة أن هناك مسارين ( المسار هو مجموعة من حلقات الأحداث تبدأ بحداث البداية وينتهي بحداث النهاية في الشبكة ويربط بينهما أسمم الأنشطة ) . هذين المسارين هما :

$$\text{المسار الأول} = ١ - ٢ - ٤ - ٦ = ١ + ٦ + ١ = ٨ \text{ يوم}$$

$$\text{المسار الثاني} = ١ - ٣ - ٥ - ٦ = ١ + ٢ + ١ = ٤ \text{ يوم}$$

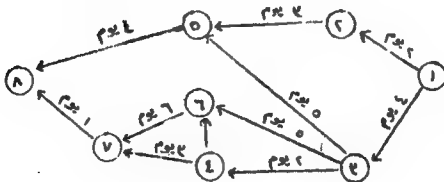
ويلاحظ أن المسار الأول أطول من المسار الثاني ( يحتاج إلى مدة أطول لكي يتم تحقيق المسار ) ( ومعنى ذلك أنه إذا فرض أن المسار الثاني ( الأنشطة

ح، د، هـ) انتهت في ٨ أيام فإن المشروع مازال تحت التنفيذ ولن يتم إلا بانتهاء تنفيذ الأنشطة م، ب، ح.

وبلاحظ أن إتمام هذا المشروع يتوقف على تنفيذ الأنشطة م، ب، هـ. ولذلك يسمى المسار ١ - ٢٦٢ - ٤٦٤ - ٦ بالمسار الحرج أو المسار الذي يؤثر على فترة المشروع ويعرف المسار الحرج بأنه أطول المسارات وقتاً في شبكة الأعمال. وابتداءً من نقطة الحرجة هي تلك الأنشطة التي تقع على المسار الحرج.

أسلوب بيرت PERT في الحقيقة يعتمد على تحديد المسار الحرج وبالتالي يعمل على التركيز على الأنشطة الحرجة والعمل على تخفيض فترة تنفيذ المشروع وذلك بتعديل الفترات اللازمة لإتمام الأنشطة الحرجة - نعود للمثال السابق فلنخفيض مدة المشروع إلى أقل من ٨ أيام قد يكون بهـب جزء من الآلات المأهولة - الخ من الأنشطة ١ - ٢٦٢ - ٤٦٤ - ٦ وبالتالي يمكن تخفيض هذه الموارد لتنفيذ الأنشطة ١ - ٢٦٢ - ٤٦٤ - ٦ ومن هنا تقل الفترة اللازمة لتنفيذ هذه الأنشطة من ٨ أيام إلى ٦ أيام مثلاً، فقد يحدث تأثير محل الأنشطة ١ - ٢٦٢ - ٤٦٤ - ٦ بأن تزداد الفترة اللازمة لتنفيذها من ٨ أيام إلى ٦ أيام ولكن قد تم تحقيق تخفيض في فترة إتمام المشروع الكلي من ٨ أيام إلى ٦ أيام.

مثال : نفرض أن شبكة الأعمال التالية تمثل إحدى المشروعات :



ويلاحظ أن هناك ٥ مسارات ممكنة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية في هذا المشروع وهي :

- (١) ٨-٥٦٥-٢٦٢-١  
 (ب) ٨-٥٦٥-٢٦٢-١  
 (ج) ٨-٧٦٧-٦٦٤-٢٦٢-١  
 (د) ٨-٧٦٧-٦٦٢-٢٦٢-١  
 (هـ) ٨-٧٦٧-٤٦٤-٢٦٢-١

يلاحظ أن أطوار هذه المسارات كما يلي :

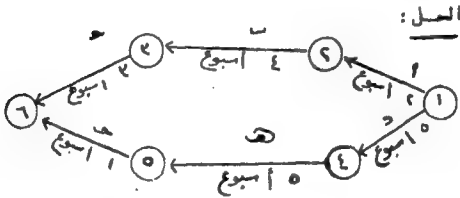
المسار	الوقت المطلوب لإنجاز الأنشطة	الرقم الكلي
(١) ٤ + ٢ + ٢	= ٩ يوم	
(ب) ٤ + ٥ + ١	= ١ يوم	
(ج) ٤ + ٦ + ٢	= ١٥ يوم	
(د) ٤ + ٥ + ٦ + ١	= ١٦ يوم	
(هـ) ٤ + ٢ + ٢ + ٢	= ١٠ يوم	

يلاحظ أن المسار المخرج هنا هو المسار (د) الذي يحتاج لأطول وقت لإنجازه وهو ١٦ يوم بالنسبة لجميع المسارات الممكنة في هذا المشروع .

يتم تحديد المسار المخرج في المشروع على أساس أنه أطول المسارات من حيث الوقت المطلوب لإنجاز الأنشطة المختلفة التي تقع على هذا المسار .

تطبيق : إليك مجموعة من الأنشطة اللازمة لإنتاج منتج معين وكذلك الوقت المتوقع لإنجاز كل نشاط وكذلك الأنشطة السابقة مباشرة لكل نشاط . والمطلوب رسم شبكة الأعمال وكذلك تحديد المسار المخرج وكذلك الأنشطة الحرجة .

الوقت المتوقع لإتمام النشاط	النشاط السابق مباشرة	الرمز الدال على النشاط
٢ أسبوع	—	ا
٤ أسبوع	ا	ب
٢ أسبوع	ب	ج
٥ أسبوع	—	د
٥ أسبوع	د	هـ
١ أسبوع	هـ	و



وبالتالي يمكن أيضاً تكوين الجدول الآتي:

الوقت المطلوب لإتمام النشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الرمز الدال على النشاط
٢ أسبوع	—	٢٦١	ا
٤ أسبوع	ا	٢٦٢	ب
٢ أسبوع	ب	٦٦٢	ج
٥ أسبوع	—	٤٦١	د
٥ أسبوع	د	٥٦٤	هـ
١ أسبوع	هـ	٦٦٥	و

يلاحظ أن هناك مسارين أساسيين في هذه الشبكة هما :

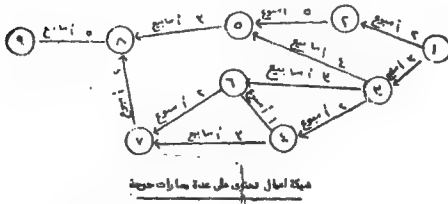
المسار الأول  $= ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦$  ويتكون من الأنشطة ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦  
و يحتاج إلى  $٢ + ٤ + ٣ = ٩$  أسابيع لإنهاء هذه الأنشطة .

المسار الثاني  $= ١ - ٤ - ٥ - ٦$  ويتكون من الأنشطة ١ و ٤ و ٥ و ٦  
و يحتاج إلى  $٥ + ٥ + ١ = ١١$  أسبوع لإنهاء هذه الأنشطة .

هنا المسار الحرج هو المسار الثاني وهو أطول مسار في الشبكة وبالتالي فإن الطريقة الوحيدة لتقصير الوقت الذي يحتاجه هذا المشروع لتنفيذه هو محاولة العمل على تقصير الوقت الذي يحتاجه لإنهاء الأنشطة التي تقع على المسار الحرج، وذلك عن طريق إضافة آلة جديدة لزيادة الإنتاج الخاص ببعض الأنشطة المخرجة وبالتالي يقل الوقت المطلوب لإداء هذا النشاط . وهكذا .

وفي حالة وجود أكثر من مسار الحرج Multiple Critical Paths وهذه المسارات مستقلة عن بعضها Independent ( بمعنى أن لا يوجد وظائف مشتركة Common أو أنشطة مشتركة بين هذه المسارات ) فإنه يجب العمل على تقصير هذه الأنشطة على المسارات المختلفة وذلك لتقصير المدة الكلية اللازمة لإداء المشروع . أما إذا كانت الأنشطة مشتركة Common بين المسارات المختلفة فإن تقصير أى من هذه الأنشطة المختلفة سوف يؤدي إلى تقصير أكثر من مسار خرج في نفس الوقت .

مثال : لنفرض أن الشبكة التالية تمثل إحدى المشروعات :



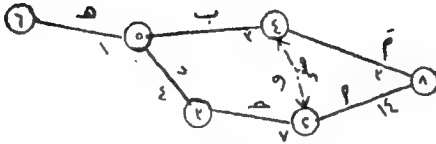
يلاحظ أن المسارات الممكنة في هذه الشبكة هي كما يلي :

المسار	الوقت اللازم لإتمام المسار
١-٢٦٢-٥٦٥-٨٦٨-٩	٢+٥+٢+٥= ١٥ أسبوع
١-٢٦٢-٥٦٥-٨٦٨-٩	٢+٤+٢+٥= ١٥
١-٢٦٢-٦٦٦-٧٦٧-٨٦٨-٩	٢+٢+٢+٢+٥= ١٥
١-٢٦٢-٤٦٤-٧٦٧-٨٦٨-٩	٢+٢+٢+٢+٥= ١٥
١-٢٦٢-٤٦٤-٦٦٦-٧٦٧-٨٦٨-٩	٢+٢+١+٢+٢+٥= ١٥

يلاحظ أن جميع المسارات ( Paths ) تحتاج إلى ١٥ أسبوع لإتمامها ومن هنا يوجد طرق متعددة لتصميم المدة المطلوبة لإتمام هذا المشروع ويلاحظ أنه يوجد على الأقل ٥ طرق لتحقيق ذلك لثلاث من خلال الحلول التالية يمكن التأخير على الفترة المطلوبة لإتمام المشروع :

الحل رقم ١ :	التأخير بتصميم الفترة المطلوبة لأداء النقاط ٨-٩
الحل رقم ٢ :	التأخير بتصميم الفترة المطلوبة لأداء الأنشطة ١-٢٦٢-٣
الحل رقم ٣ :	٥-٦٦٦-٧٦٧-٨-٩
الحل رقم ٤ :	١-٢٦٢-٣٦٥-٦٦٦-٨-٩
الحل رقم ٥ :	٢-٣٦٥-٦٦٦-٦٦٦-٨-٩

ولكن السؤال الآن ما هو أحسن وسيلة لتصميم مدة المشروع أو بمعنى آخر ما هو أحسن حل ؟ الإجابة على هذا السؤال يأتي في موضوع آخر من هذا الكتاب بعد أن نقوم باستعراض طريقة أكثر دقة لتحديد المسار الحرج . ولنصرح ذلك نعود إلى المثال الذي ذكرناه سابقاً عن إعداد الميزانية التقديرية في إحدى المشروعات الصناعية الكبرى ، نعود لتصوير هذه الشبكة الخاصة بالأعمال المتعلقة بأعداد الميزانية فيما يلي :



لتحديد المسار الحرج نحتاج إلى معرفة :

Early Start	١ - الوقت المبكر لبداية النشاط
Early Finish	٢ - الوقت المبكر لنهاية النشاط
Late Start	٣ - الوقت المتأخر لبداية النشاط
Late Finish	٤ - الوقت المتأخر لنهاية النشاط

ويلاحظ أن الوقت المبكر لبداية النشاط هو أقرب وقت ممكن نستطيع أن  
نبدأ فيه النشاط

The earliest possible time that Job can begin

أما عن الوقت المبكر لنهاية النشاط فإنه يتم حسابه كما يلي :

الوقت المبكر لنهاية النشاط = الوقت المبكر لبداية النشاط + الوقت  
المطلوب لإتمام هذا النشاط لتتلاقى شبكة الأعمال السابقة ؛ الوقت المبكر لبداية  
النشاط ( هو صفر ، الوقت المبكر لنهاية النشاط هو ( صفر + ١ = ١ يوم ) .

ولما كانت أي وظيفة أو نشاط لا يمكن بدايته إلا بعد إتمام وتنفيذ الأنشطة  
التي تسبقه ، فإذا لم يكن هناك أنشطة سابقة لنشاط موضع البحث فلنأخذ نقول أن  
الوقت المبكر لبدايته هو صفر ، فهنا في هذا المثال الوقت المبكر لبداية الأنشطة  
١ و ٢ هو صفر لأنه لا يسبقهما أي أنشطة أخرى .

ولكن بالنسبة للأنشطة الأخرى لتتلاقى النشاط (٢) لا يمكن البدء فيه إلا إذا  
تم تنفيذ وإتمام النشاط السابق (١) وبالتالي فلن :

الوقت المبكر لبداية النشاط (ح) = الوقت المبكر لنهاية النشاط (١)

$$= ١٤ \text{ يوم}$$

ومن هنا يكون الوقت المبكر لنهاية النشاط ح =  $٧ + ١٤ = ٢١$  يوم  
حيث (١٤) يمثل الوقت المبكر لبداية النشاط (ح) ، (٧) يوم يمثل الوقت  
المطلوب لإداء النشاط (ح) .

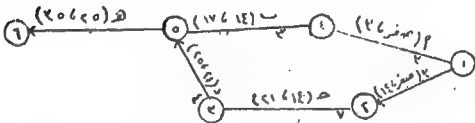
حتى النشاط الوهمي ( و ) فإن الوقت المبكر لبدايته يتم حسابه بمعرفة الوقت  
المبكر لنهاية النشاط الذي يسبقه ( ١ ) وهو ١٤ يوم ولما كان نشاط وهمي أى  
لا يستغرق أى وقت لإتمامه ( الوقت المطلوب لإتمامه = صفر ) فإن الوقت  
المبكر لنهايته = ١٤ يوم .

هذه المعلومات بخصوص الوقت المبكر لبداية النشاط والوقت المبكر لنهاية  
النشاط يتم حسابها كما يلي :

الوقت المبكر لبداية النشاط = الوقت المبكر لنهاية النشاط السابق

الوقت المبكر لنهاية النشاط = الوقت المبكر لبداية النشاط + الوقت  
المطلوب لإداءه وإلا تنهت من هذا النشاط .

يتم وضع هذه المعلومات ( مبكر البداية - مبكر النهاية ) بين قوسين أمام  
السمم الذي يمثل كل نشاط كما يلي :



لكي نحصل على هذه المعلومات فإننا نسير من أول نشاط إلى الذي يليه وهكذا  
خلال شبكة الأعمال حتى تصل إلى آخر نشاط مطلوب لإتمام المشروع أى أن خط  
السير يكون في اتجاه أمامي Forward Pass حتى تصل إلى نهاية شبكة الأعمال

ويكون الوقت المبكر لنهاية آخر نشاط في شبكة الأعمال هو وقت انتهاء المشروع كله وفي هذا المثال يلاحظ أن موعد انتهاء إعداد الميزانية التقديرية في العتبة السابقة هو ٣٥ يوم من تاريخ بداية هذا المشروع ، أو بمعنى آخر يحتاج هذا المشروع إلى ٣٥ يوم وذلك لإتمامه وظهور الميزانية التقديرية .

حساب الوقت المتأخر لبداية النشاط وكذلك الوقت المتأخر لنهاية النشاط:

#### Late Start and Late Finish Times

يلاحظ في الأمثلة السابقة أن هناك بعض الأنشطة التي لا تقع على المسار الحرج وبالتالي فإنه يمكن تأخير بدايتها وبالتالي تأخير الانتهاء منها دون أن يؤثر ذلك على المدة الكافية المطلوبة لإتمام وتنفيذ المشروع الكلي . يجب معرفة ذلك لأن الإدارة يمكنها أن تستخدم هذه المعلومات في تخطيطها للمشروع . يتم ذلك بتعريف معنى الوقت المتأخر لبداية النشاط وهو يمثل آخر موعد يمكن بدء النشاط فيه دون أن يؤدي ذلك إلى تأخير نهاية المشروع ، وأيضاً الوقت المتأخر لنهاية النشاط عبارة عن :

الوقت المتأخر لبداية النشاط = الوقت المطلوب لإتمام هذا النشاط . لحساب الوقت المتأخر لبداية النشاط وأيضاً لنهايتها فإننا نبدأ من نهايته شبكة الأعمال ونسهر في اتجاه عكسي Packward Pass حتى نصل إلى أول نشاط في الشبكة

في المثال السابق الخاص بالميزانية التقديرية فإننا نبدأ من الحلقة ( ٦ ) الخاصة بالنشاط ه ، هذا النشاط يجب أن يتم في موعد ٣٥ يوم من بداية المشروع وذلك لكي لا يكون هناك أي تأخير في إعداد الميزانية التقديرية ، ولذلك فإن ٣٥ يوم هو الوقت المتأخر لنهاية النشاط ولما كانت تحتاج إلى ١٠ أيام لإتمام هذا النشاط (هـ) فإن الوقت المتأخر لبداية هذا النشاط يجب أن يكون

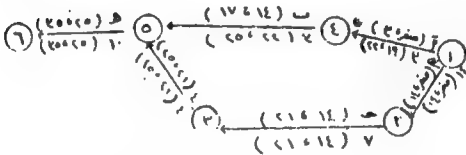
$$٣٥ - ١٠ = ٢٥ \text{ يوم}$$

الآن أمامنا نشاطين (ب) و (و) اللذان يسبقان النشاط هـ . بالنسبة للنشاط (ب) فإن الوقت المتأخر لنهايتها يجب أن يكون ٢٥ يوم وذلك حتى

لا يتم تأخير المشروع . ولما كان يحتاج إلى ٣ أيام لتنفيذه فإن الوقت المتأخر لبدأته سيكون  $٣ - ٢ = ١$  يوم .

بالنسبة للنشاط ( د ) فإن الوقت المتأخر لنهائته يجب أن يكون ٢٥ يوم ولما كان يحتاج إلى ٤ أيام لتنفيذه فإن الوقت المتأخر لبدأته سيكون  $٢٥ - ٤ = ٢١$  يوم وهكذا حتى تصل إلى النشاط الأول في الشبكة .

هذه الأرقام الخاصة بالوقت المتأخر البداية والوقت المتأخر النهاية توضع في أقواس بالترتيب لكل نشاط في أسفل السهم الذي يدل على النشاط كما يتضح من الشكل التالي :



شبكة الأعمال تبين الوقت المبكر ، المتأخر لكل من بداية ونهاية النشاط :

يلاحظ في هذه الشبكة أن السهم يمثل النشاط ويتم فرقته وضع اسم النشاط ، ( الوقت المبكر لبدايته ، الوقت المبكر لنهائته ) ويتم وضع أسفل السهم الوقت المطلوب لإداء النشاط ثم ( الوقت المتأخر لبدايته ، الوقت المتأخر لنهائته ) كما يلي :

اسم النشاط ( الوقت المبكر لبدايته ، الوقت المتأخر لنهائته )  
الوقت المطلوب لإداء النشاط ، ( الوقت المتأخر لبدايته ، الوقت المتأخر لنهائته )

يلاحظ من الشكل السابق أن بعض الأنشطة يتساوى فيها الوقت المبكر لبداية النشاط والوقت المتأخر لبداية النشاط أو يتساوى الوقت المبكر لنهاية النشاط مع الوقت المتأخر لنهاية النشاط كما هو الحال مثلاً في النشاط (هـ) . والنشاط حـ

ج النشاط ( ز ) ، ولكن أيضاً مثلاً بالنسبة للنشاط (ب) فإن الوقت المبكر لبداية يختلف عن الوقت المتأخر لنهاية ١٤ ٦ ٢٢ على قدرالى . هذا يعنى أنه النشاط ب يمكن أن يبدأ فى أى وقت بين ١٤ يوم ٦ ٢٢ يوم منذ بداية المشروع ولا يؤثر ذلك على موعد إنتهاء المشروع الكلى ، هذا الفرق يسمى بالوقت الفائض Slack ويتم حساب هذه الفرق بواسطة :

الوقت المتأخر لبداية النشاط — الوقت المبكر لنهاية النشاط  
أو

الوقت المتأخر لنهاية النشاط — الوقت المبكر لنهاية النشاط

فإذا كان الفرق صفر فإنه لا يوجد وقت فائض وبالتالي فإن هذا النشاط يمد حرجاً لأن أى تأخير فى إتمامه منتهى تأخير فى الموعد الخامس بانهاء المشروع وبالتالي يمكن تعريف المسار الحرج بأنه ذلك المسار الذى تكون الانشطة الواقعة عليه حرجة أى لا يوجد فيها وقت فائض .

مثال :

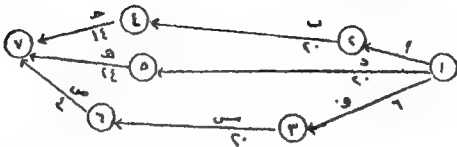
فما يلي البيانات الخاصة بتنفيذ إحدى المشروعات والمطلوب رسم شبكة الأعمال والفروع وحساب الوقت الفائض .

اسم النشاط	١	ب	ج	د	هـ	و	س	ص
الوقت المربطة بالنشاط	٢٦١	٤٦٢	٢٦٤	٥٦١	٧٦٥	٢٦١	٦٦٢	٧٦٦
الوقت المطلوب لانتهاء النشاط	٦	٢٠	١٢	٢٠	٢٤	٦	٢٠	٤

خطوات الحل :

- ١ - رسم شبكة أعمال تمثل المشروع المطلوب تنفيذه .
- ٢ - تحديد المسار أو المسارات الحرجة لتحديد الأنشطة الحرجة .
- ٣ - حساب الوقت المبكر لبداية النشاط وكذلك الوقت المبكر لنهاية النشاط .
- ٤ - حساب الوقت المتأخر لبداية النشاط وكذلك الوقت المتأخر لنهاية النشاط .
- ٥ - حساب الوقت الزائد .

# ١ - شبكة الاعمال:



٢ - يلاحظ أن المسار العرج هو المسار (٥٦١) - (٧٦٥) الذي يضم الأنشطة ٦ و ٥ حيث أنه أطول مسار من حيث الوقت الذي يحتاجه لإتمام الاهداء الوائتة علي (٢٠ + ٢٤ = ٤٤ يوم)

٣ - حساب الوقت المبكر لبداية النشاط وكذلك لنهاية النشاط :

نفترض أن أول نشاط للشروع يبدأ من النقطة صفر . أى أن حدث البداية صفر وبعدد يتم حساب الازدقات كآيل :

الوقت المبكر لبداية النشاط = الوقت المبكر لنهاية النشاط السابق  
 ، ، لنهاية ، ، = ، ، لبداية النشاط + الوقت المطلوب لاداء هذا النشاط .

## نشاط ١

الوقت المبكر لبداية النشاط = صفر

الوقت المبكر لنهاية النشاط = صفر + ٦ = ٦

## نشاط ٢

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٦

الوقت المبكر لنهاية النشاط = ٦ + ٢٠ = ٢٦

### نشاط ح

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٢٦

الوقت المبكر لنهاية = ٢٦ + ١٢ = ٣٨

### نشاط و

الوقت المبكر لبداية النشاط = صفر

الوقت المبكر لنهاية = صفر + ٢٠ = ٢٠

### نشاط هـ

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٢٠

لنهاية = ٢٠ + ٢٤ = ٤٤

### نشاط و

الوقت المبكر لبداية النشاط = صفر

لنهاية = صفر + ٦ = ٦

### نشاط س

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٦

لنهاية = ٦ + ٢٠ = ٢٦

### نشاط ص

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٢٦

لنهاية = ٢٦ + ٤ = ٣٠

٤ - حساب الوقت المتأخر لبداية النشاط وكذلك لنهاية النشاط :

هنا كما ذكرنا سابقاً سيكون المسار في اتجاه عكس معنى أننا بدأ بآخر

نشاط في العملية الخاصة بالمشروع ونسرد في اتجاه عكس حتى نصل إلى أول نشاط

الوقت المتأخر لبداية النشاط = الوقت المتأخر لنهاية النشاط - الوقت المطلوب لأداء النشاط .

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = الوقت المتأخر لبداية النشاط + الوقت المطلوب لأداء النشاط .

أيضاً سوف نجد أن :

الوقت المتأخر لبداية النشاط = الوقت المتأخر لنهاية النشاط السابق .

• • • • • لنهاية • • • • • لبداية • • • • • التالي :

#### نشاط جـ

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ٤٤ وهو موعد انتهاء المشروع .

• • • • • لبداية • • • • • = ٤٤ - ١٢ = ٣٢

#### نشاط بـ

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ٣٢

• • • • • لبداية • • • • • = ٣٢ - ٢٠ = ١٢

#### نشاط دـ

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ١٢

• • • • • لبداية • • • • • = ١٢ - ٦ = ٦

#### نشاط هـ

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ٤٤

• • • • • لبداية • • • • • = ٤٤ - ٢٠ = ٢٤ يوم

نشاط :

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ٢٠

للبداية = ٠ = ٢٠ - ٢٠ = صفر

نشاط ص

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٤٤

للبداية = ٠ = ٤٤ - ٤٠ = ٤٠

نشاط س

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٤٠

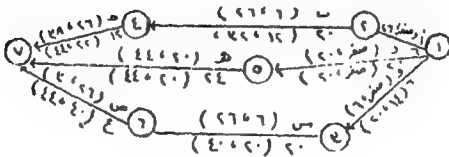
للبداية = ٠ = ٤٠ - ٢٠ = ٢٠

نشاط و

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٢٠

للبداية = ٠ = ٢٠ - ٦ = ١٤

شبكة الاعمال موصفا عليها جميع البيانات



حساب الوقت الفائض يتم عمل الجدول الآتي وتستخدم المعادلة الآتية :

الوقت الراكد = الوقت المتأخر للبداية - الوقت المبكر للبداية

أو

الوقت الراكد = الوقت المتأخر للنهاية - الوقت المبكر للنهاية

الوقت الراكد	الوقت المتأخر للنهاية	الوقت المتأخر للبداية	الوقت المبكر للنهاية	الوقت المبكر للبداية	الوقت المطلوب لاداء النشاط	الوقت الفائق المرتبطة بالنشاط	اسم النشاط
٦	١٢	٦	٦	صفر	٦	٢١	أ
٢٠	٣٢	١٢	٢٦	٦	٢٠	٤٠٢	ب
٦	٤٤	٣٢	٢٨	٢٦	١٣	٧٥٤	ج
صفر	٢٠	صفر	٢٠	صفر	٢٠	٥٠١	د
صفر	٤٤	٢٠	٤٤	٢٠	٢٤	٧٥٥	هـ
١٤	٢٠	٤٤	٦	صفر	٦	٣٠١	و
١٤	٤٠	٣٠	٢٦	٦	٢٠	٦٠٣	ز
١٤	٤٤	٤٤	٣٠	٢٦	٤	٧١٦	ح

ملاحظ أيضاً أن الأنشطة الحرجة في تلك الأنشطة التي يكون فيها الوقت الراكد يساوي صفر وهي الأنشطة و ج هـ في هذا المثال .

## تطبيقات

### تطبيق رقم ١

لبيان البيانات الخاصة بإحدى المشروعات والمطلوب رسم شبكة المشروع ،  
تحديد المسار أو المسارات الحرجة وكذلك الوقت الفائض .

اسم النشاط	ا	ب	ج	د	هـ	و
الوقائع المرتبطة بالنشاط	٢٠١	٤٠٢	٦٠٤	٣٠١	٥٠٢	٦٠٥
الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم	٢	٢	٦	٢	٢	٢

### تطبيق رقم ٢

اسم النشاط	ا	ب	ج	د	هـ	و	ز	ح	ط	ي
الوقائع المرتبطة بالنشاط	٢٠١	٣٠١	٥٠١	٦٠٢	٤٠٣	٦٠٤	٦٠٥	٨٠٥	٧٠٦	٨٠٧
الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم	١٤	٤	٤	٢	٦	١٤	١٢	٢٢	٦	١٢

المطلوب من البيانات السابقة:

١ - رسم شبكة الأعمال التي تمثل هذه الأنشطة .

## ٢ - تحديد الوقت الفائض

### ٣ - تحديد المسار والمسارات الحرجة.

#### تطبيق رقم ٢

قدمت إليك التنبؤات التالية وهي خاصة بالعمليات المنقطة بدراجه البوق  
بفرض تقديم منتج جديد . والمطلوب رسم شبكة تمثل هذه الأعمال ، تحديد  
الوقت الفائض وتحديد المسار الحرج .

اسم النشاط	ا	ب	ج	د	هـ	و	س
الوقائع المرتبطة بالنشاط	١٤	١١	٢٧	٤١	٢٠	٥٠	٦٥
الوقت المطلوب لإداء النشاط بالأسبوع	٦	٢٨	مفر	١٤	٦	٨	٢٠

#### تطبيق رقم ٤

في المثال الخاص ببناء المنزل والذي قدمناه في المرحلة الخاصة بتخطيط وجدولة  
شبكة الأعمال . المطلوب رسم شبكة الأعمال موضحاً عليها الوقت المبكر لبدء  
ونهاية كل نشاط وكذلك الوقت المتأخر لبدء ونهاية كل نشاط أيضاً المطلوب  
تحديد الوقت الفائض والأنشطة الحرجة.

#### تطبيق رقم ٥

إحدى الشركات الصغيرة التي تعمل في مجال الصيانة لديها إحدى مشروعات  
متعلقة بعملية الصيانة في إحدى الشركات الصناعية . هذا المشروع يتكون من

عشرة وظائف - الجدول الآتي يبين العلاقة بين الوظائف المنظمة وكذلك الوقت المطلوب لأداء كل وظيفة .

اسم الوظيفة	١	ب	ج	د	هـ	و	س	ص	ح	ى
الوقائع المرتبطة بالوظيفة	٢٠١	٢٠٢	٢٠٣	٢٠٤	٢٠٥	٢٠٦	٢٠٧	٢٠٨	٢٠٩	٢١٠
الوقت المطلوب لأداء الوظيفة	٢	٣	٥	٤	١	٦	٢	٨	٧	٤

#### المطلوب مايلي :

- ١ - رسم شبكة تدوير شغل هذه الوظائف .
- ٢ - تحديد الوقت المبكر والمتأخر لبداية ونهاية هذه الوظائف .
- ٣ - تحديد الوقت الفائض .
- ٤ - تحديد الوظائف الحرجة .

#### تطبيق رقم ٦

يحتاج السيد توفيق وزوجته وأولاده إلى القيام بمجموعة من الأنشطة كل صباح وذلك حتى يمكن من الذهاب إلى عمله ، الجدول الآتي يعطي قائمة بهذه الأنشطة وكذلك الوقت اللازم لإنجاز النشاط وأيضا الأنشطة السابقة مباشرة لأي نشاط معين :

النشاط	وصف النشاط	الوقت المطلوب	التقاط السابق
		( دقيقة )	مباشرة

أنشطة بواسطة السيد توفيق :

١	جرس المنبه يذق	صفر	—
٢	ترك السرير ولإيقاف جرس المنبه	٢	١
٣	الممرودة للسير والاستراحة قليلا	١٠	٢
٤	الاستيقظ وحلق الذقن والاستحمام	٢٢	٣
٥	ارتداء الملابس	١٠	١٣٠٤
٦	تناول الإفطار	٢٠	١٥٠٥
٧	تنظيف الأسنان بالفرشاة	٢	٢٠٠٦
٨	ارتداء ربطه العنق والمحاكت	٤	٧
٩	حمل الحقيبة وأخذ السندوتشات	٢	١٧٠٨
١٠	توديع الزوجة	١	١٨٠٩
١١	الذهاب إلى محطة الأنوبيس	٤	١٠
١٢	ركوب الأنوبيس	صفر	١١

أنشطة بواسطة الزوجة :

١٣	الاستيقاظ وكى لباس الزوج	١٦	٣
١٤	إيقاظ الأطفال	٢	١٣
١٥	إعداد طعام الإفطار	٢٠	١٤
١٦	تناول طعام الإفطار	٢٠	١٥
١٧	لف السندوتشات الزوج	١٠	١٦
١٨	وضع المكياج وتنظيف الشعر	٢	١٧٠٧

أنهضة بواسطة الأطفال :

١٨	٥	الاحتفاظ	١٩
١٩٦٤	٢٧	استخدام الحمام	٢٠

المطلوب :

- ١ - تصوير الأنهضة اللازمة لكي يذهب السيد توفيق إلى عمله في شكل  
تجيك مشروع .
- ٢ - حساب الوقت المبكر لبدء ونهاية كل نفاط وكذلك الوقت المتأخر  
ليدأية ونهاية كل نفاط .
- ٣ - تحديد المسار الحرج وحساب طوله .
- ٤ - متى يجب أن يدق جرس المنبه إذا أراد السيد توفيق أن يأخذ أنوبس  
الساعة السابعة والنصف صباحاً .
- ٥ - إذا أراد السيد توفيق أن ينام فترة أطول وبالتالي يؤخر جرس المنبه  
وفي نفس الوقت يأخذ أنوبس الساعة السابعة ونصف صباحاً هل يستطيع أن  
يحقق ذلك عن طريق :

- ( أ ) تخفيض وقت الاستحمام .
- ( ب ) أن يأكل بسرعة .
- ( ج ) أن يجر قيصه في الماء .
- ( د ) أن يغيري السندوتشات من بوفيه العمل .
- ( هـ ) تأجيل تنظيف الأسنان حتى يذهب العمل .
- ( و ) تجميع أولاده بأن يقضوا وقت قصير في الحمام .

## بيرت والمسار المخرج

كلا من أسلوب بيرت وأسلوب المسار المخرج يعتمدان على العملية الخاصة بتحليل شبكة الأعمال حتى أنه يمكن القول أنها هي الأساس لمذنب الأخطوبين . فثلا يلاحظ أن المسارات المخرجة وفروقت الفائض ( الخلاصة من إعداد وتحليل شبكة الأعمال ) هما الأساس في تطبيق واستخدام نموذج بيرت وكذلك أسلوب المسار المخرج . ولكن السؤال الآن ماهو الاختلاف بين نموذج بيرت وأسلوب المسار المخرج . ويلاحظ أن هذين الأسلوبين Techniques قد تم استخدامهما بشكل مستقل لحل مشاكل مختلفة فثلا نموذج بيرت قد تم استخدامه بشكل واسع في مجالات البحوث والتطوير الخاصة بصناعات الفضاء . هذه الصناعات تعد حديثة نسبياً ، ومتجهاتها ليست نهائية ، وتعرض لدرجات عالية للتغير من فترة إلى أخرى . بمعنى آخر أن نموذج بيرت اختص منذ ظهوره بعملية تخطيط وجدولة مشروعات تتمتع بدرجة عالية من التغير وبالتالي البيانات المطلوبة لهذه الجدولة غير أكيدة . Highly Uncertain أما بالنسبة لأسلوب المسار المخرج فإن الأمر مختلف . حيث أن هذا الأسلوب قد اختص بتخطيط وجدولة نوع آخر من المشروعات ، وهي المشروعات الخاصة بالإنتاج والتشييد . ففي مثل هذه المشروعات الخاصة ببناء منازل ، تشييد كبارى يتم استخدام مواد نهائية تعتمد على تكنولوجيا ثابتة وبالتالي فإن المشروعات تتعرض لدرجة محدودة جداً من التغير .

هذه الاختلافات في أنواع المشروعات أدت إلى وجود بعض الاختلافات بين أسلوب بيرت وأسلوب المسار المخرج . لقد لاحظنا أن بيرت يتعامل مع المشروعات التي تعمل لهجرة كبيرة في ظل ظروف عدم التأكد وبالتالي لا بد وأن تأخذ بيرت ذلك في حساباتها . ومن هنا فإن نموذج بيرت يفترض أن أوجه النشاط والعلاقات بينهما محددة بشكل واضح ولكن فإنها تسمح بوجود بعض

عوامل عدم التأكد ( الغير يقينية ) في الوقت الذي يحتاجه هذا النشاط . أيضاً فإن أسلوب المسار المخرج يركز على تحديد كيفية التأثر على المسارات المخرجة بحيث يتم تنفيذ المشروع في وقت أسرع وكذلك عملية تحديد تكاليف المخرج في تنفيذ المشروع وبالتالي تقرر الإدارة عما إذا كان من المصلحة أن تقوم بتنفيذ المشروع في وقت أسرع أو أنها تقر بأن تختار الطريق الآخر ( تنفيذ المشروع في الوقت العادي ) . الجزء التالي سوف يقوم بشرح تفصيل لكل من أسلوب بورت وكذلك أسلوب المسار المخرج وسوف يلاحظ من هذا العرض أهمية إعداد شبكة الأعمال وتحديد وقت الفائض لكل من هذين الأسلوبين .

## نموذج بيرت

كما سبق يتضح أن نموذج بيرت يدخل في حسابه العوامل الخاصة ببدء التأكد بخصوص الأوقات المطلوبة لتنفيذ أى نشاط من الأنشطة التى تتكون منها شبكة الأعمال . لكل نشاط من الأنشطة التى يتكون منها المشروع يتم تقدير ثلاثة أنواع من الأزمنة :

١ - الوقت المتفائل Optimistic Estimate يمثل الوقت المتفائل أقصر وقت ممكن لتنفيذ النشاط .

٢ - الوقت المتفائم Pessimistic Estimate وهو يمثل أطول وقت لتنفيذ النشاط فبينما في الوقت المتفائل يتم الافتراض أن كل شيء سيكون مثاليا وإيجابيا لتنفيذ النشاط أما في الوقت المتفائم فإنه يفترض أن الحظ سيكون سوء أثناء التنفيذ . وبالطبع هنا يؤخذ العوامل الخاصة بالموقف نفسه وليس مثلا بالنواحي العامة كالزلازل أو الفيضانات .

٣ - الوقت الأكثر احتمالا Most Probable Estimate وهذا هو الوقت الذى يتم تقديره بناء على خبرة سابقة من جانب القائمين بتخطيط المشروع فيما يخص مشروعات سابقة مماثلة تم تنفيذها .

ومن واقع هذه التقديرات الخاصة بالأوقات الثلاث لتنفيذ أى نشاط فإنه يمكن أن يتم تحديد الوقت المتوقع Expected Time لتنفيذ أى نشاط ، ويتم ذلك عن طريق المعادلة الآتية :

الوقت المتوقع = المتوسط الحسابي المرجح بالأوزان لتقديرات الوقت الثلاث :

أما عن تحديد الأوزان فإنه يفترض أن التوزيعات الخاصة بالأوقات

المطلوبة لتنفيذ الأنشطة الخاصة تخضع للتوزيع الذي يسمى بـ  $\beta$  بيتا ، Beta وبالنسبة لهذا التوزيع Beta فإن الأوزان تكون كما يلي :

نوع الوقت	احتمالات الحدوث أو الوزن
المقتسم	١
الأكثر احتمالا	٤
المتفائل	١
	<hr/>
	٦

ومن هنا يتم تطبيق المعادلة الآتية لتحديد الوقت المتوقع

$$\text{الوقت المتوقع} = \frac{\text{المقتسم} + ٤ (\text{الأكثر احتمالا}) + \text{المتفائل}}{٦}$$

ويلاحظ أنه ليس فقط مفيداً أن يتم حساب الوقت المتوقع لتنفيذ النشاط ولكن أيضاً يرغب في تحديد درجة ثقتنا في هذا التقدير How reliable يتم ذلك من طريق اختبار درجة التغير في تقديرات الوقت المقتامة والمتفائلة ومقدار الاختلاف بينهما عن الوقت الأكثر احتمالا . فإذا كان مقدار الاختلاف بين التقديرات الثلاث كبيرة ، معنى ذلك أن درجة الثقة في التقدير الخاص بالوقت المتوقع سوف يكون صغيراً . فمثلا إذا كانت الأوقات الخاصة بتنفيذ إحدى الأنشطة كما يلي :

نوع الوقت	الحالة الأولى	الحالة الثانية
المتفائل	٨ ساعة	٥ ساعة
الأكثر احتمالا	٩ ساعة	١٠ ساعة
المقتسم	١٠ ساعة	١٧ ساعة

ويلاحظ أنه في الحالة الأولى درجة تقبنا في الوقت المتوقع المحسوب سوف تكون أكبر بكثير من درجة تقبنا في الوقت المتوقع المحسوب في الحالة الثانية  
ويتم حساب الاختلاف بين الأنواع المختلفة للأزمات عن طريق الانحراف المعياري والتباين :

$$\text{الانحراف المعياري لوقت} = \frac{\text{التقدير المتفاهم} - \text{التقدير المتفائل}}{٦}$$

$$\text{في المثال السابق يكون} = \frac{٨ - ١٠}{٦} = \frac{١}{٣} \text{ في الحالة الثانية}$$

$$\text{ويكون} = \frac{٥ - ١٧}{٦} = ٢ \text{ في الحالة الثانية}$$

أي الانحراف المعياري هو ١/٣ الفرق بين الوقت المتفاهم والوقت المتفائل  
Two extremes يلاحظ أن زيادة الانحراف المعياري (أو انحراف معياري مرتفع أو عالي) يمثل درجة عالية من عدم التأكد في تقديرتنا وبالتالي فإن التفرص كجهة جداً أن يختلف الوقت الذي يتم فيه التنفيذ فعلاً عن الوقت الذي يتم توهمه Actual and expected ولما كان الانحراف المعياري = الجذر التربيعي للتباين فإن :

$$\text{التباين} = (\text{الانحراف المعياري})^2 = (1/3)^2 \text{ في الحالة الأولى أي} = 1/9$$

$$\text{التباين} = (٢)^2 \text{ في الحالة الثانية أي} = ٤$$

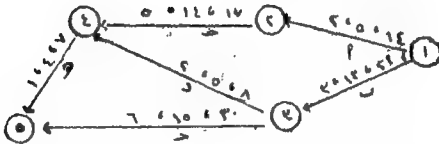
تحديد إمكانية أو احتمال تنفيذ المشروع في وقت معين :

كما سبق انضح أن إتمام المشروع يتوقف على الوقت المطلوب ، أم وأداء الانشطة المرحلة . فها الوقت المتوقع لإتمام المشروع هو عبارة عن مجموع

الاوراق الخاصة بالانقطة التي تقع على المسار الحرج . نفرض أنه لدينا  
اليانات الآتية بخصوص الشروط الآتية :

النشاط	الوقت المتاح	الوقت المتعاقب	الأكثر احتمالاً	المتعاقب
أ	٢٦١	١٤	٥	٢
ب	٢٦١	٢١	١٢	٣
ج	٤٦٢	١٧	١٤	٥
د	٤٦٣	٨	٥	٢
هـ	٥٦٤	٧	٤	١
و	٥٦٣	٣٠	١٥	٦

هـم أولاً برسم الأعمال كما يلي :



باستخدام المعادلات الخاصة بالوقت المتوقع ، بالانحراف المعياري ، بالتباين  
المشروحة سابقاً نحصل على الجدول الآتي :

التباين	الانحراف المعياري	الوقت المتوقع	الوقائع	التعاط
٤	٢	٦	٢٦١	ا
٩	٣	١٦	٣٦١	ب
٤	٢	١٣	٤٦٢	ج
١	١	٥	٤٦٣	د
١	١	٤	٥٦٤	هـ
١٦	٤	١٦	٥٦٣	و

وهنا المسار الحرج هو (٢٦١) - (٥٦٣) الذي يمثل أطول مسار من حيث الوقت المطلوب لإتمامه وبالتالي يتحكم في مواعيد انتهاء المشروع .

$$\text{الوقت المتوقع} = ١٦ + ١٦ = ٣٢ \text{ يوماً مثلاً.}$$

$$\text{التباين} = ٩ + ١٦ = ٢٥$$

$$\text{الانحراف المعياري} = \sqrt{٢٥} = ٥$$

لكي نحسب احتمال تنفيذ وإتمام المشروع في وقت معين يلزم الأمر تطبيق معادلة جديدة هي : احتمال إتمام المشروع عند وقت معين .

$$= \frac{\text{الوقت المستهدف} - \text{الوقت المتوقع للمدار الحرج}}{\text{الانحراف المعياري للمسار الحرج}}$$

مثلاً إذا كان المطلوب هو معرفة احتمال تنفيذ المشروع في ٢٠ يوم أو ٣٠ يوم أو ٣٥ يوم يكون كالآتي :

$$\text{الحالة الأولى} = \text{احتمال تنفيذ المشروع في ٢٠ يوم} = \frac{٢٨ - ٢٠}{٥}$$

$$= - \frac{٨}{٥} = - ١,٦$$

$$\frac{٢٨ - ٣٠}{\cdot} = \text{احتمال تنفيذ المشروع في ٢٠ يوم} =$$

$$٠,٤ = \frac{٢}{٥} =$$

$$\frac{٢٨ - ٣٥}{\cdot} = \text{احتمال تنفيذ المشروع في ٢٥ يوم} =$$

$$١,٤ = \frac{٧}{٥} =$$

هنا يتطلب الأمر الرجوع إلى بعض جداول الاحتمالات حتى يمكن تفسير هذه الأرقام أي ما معنى — ١,٦ ٠ ١,٤ ٠ ١,٦ ٠ ١,٤ ٠

## جدول احتمالات انعام المشروعات في مواعيدها المحددة<sup>(١)</sup>

احتمال انعام المشروع قبل وقت محدد      الاحتمال ( درجة الثقة )

,٩٩٩	٣
,٩٩٧	٢,٨
,٩٩٥	٢,٦
,٩٩٢	٢,٤
,٩٨٦	٢,٢
,٩٧٧	٢
,٩٦٤	١,٨
,٩٤٥	١,٦
,٩١٩	١,٤
,٨٨٥	١,٢
,٨٤١	١
,٧٨٨	,٨
,٧٢٦	,٦
,٦٥٥	,٤
,٥٧٩	,٢
,٥٠٠	صفر
,٤٢١	,٢
,١٤٥	,٤—

احتمال إتمام المشروع قبل وقت عدد      الاحتمال ( درجة الثقة )

,٢٧٤	,٦ —
,٢١٢	,٨ —
,١٥٩	١,٠ —
,١١٥	١,٢ —
,٠٨١	١,٤ —
,٠٥٥	١,٦ —
,٠٣٦	١,٨ —
,٠٢٣	٢ —
,٠١٤	٢,٢ —
,٠٠٨	٢,٤ —
,٠٠٥	٢,٦ —
,٠٠٣	٢,٨ —
,٠٠١	٣,٠ —

بناء على هذا الجدول يتم تفسير النتائج التي حصلنا عليها في المثال السابق  
كما يلي :

احتمال تنفيذ المشروع في ٢٠ يوم هو - ١,٦ يقابل القيمة ٠,٥٥ في جدول  
الاحتمالات ومعناه أن الثقة ضعيفة جداً أن يتم تنفيذ هذا المشروع في ٢٠ يوم .

احتمال تنفيذ المشروع في ٣٠ يوم هو ٤,٦ يقابل القيمة ٠,٦٥٥ .

في جدول الاحتمالات هذا معناه أن الثقة عبارة ١٥٪ أن يتم تنفيذ  
المشروع في هذا الموعد .

احتمال تنفيذ المشروع في ٣٥ يوم هو ١٤ يقابل القيمة ٠,٩١٩ في جدول  
الاحتمالات .

وهذا معناه أن الثقة عبارة ٩١,٩٪ (عالية جداً) أن يتم تنفيذ هذا  
المشروع في هذا الموعد .

## نظریات

## تطبيق ١

إليك الأنشطة التالية الخاصة بتقنية إحدى الشروط والمطلوب حساب احتمال تنفيذ المشروع في عدد أسابيع ٧ أسابيع ٦ ١٠ أسابيع ٦ ١٢ أسبوع .

النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الوقت المتخايم	الوقت المتقابل
النشاط	الوقت المتخايم	الوقت المتقابل	الوقت المتقابل

Y	1	0	Y61	1
Y	Y	11	Y62	0
Y	1	11	Y61	2
0	1	11	Y62	1

## تطبيق ٢

نرغب إحدى الشركات الصناعية في إدخال منتج جديد للسوق ولذا  
نقدم إليك البيانات التالية الخاصة بالأنشطة المختلفة لهذا المشروع والمطلوب  
حساب احتمال تنفيذه في مدة أقصاها ٥٠ يوم ٦ ٣٠ يوم ٤ ٧٠  
عمل التوالى :

النقاط	الوقائع المرتبطة بالوقائع	الوقت المقام	الأكثر احتمالاً	الوقت المتفائل
١	٢٦١	٢٨	١٠	٤
ب	٢٦٢	٢٤	٢٨	١٠
ج	٦٦٣	١٤	٨	٢
د	٤٦١	٤٧	٢٤	٦
هـ	٥٦٤	١٦	١٠	٤
و	٦٦٥	٦٠	٣٠	١٢

تطبيق ٣ : قدمت إليك البيانات الآتية بخصوص إحدى الشروط :

النقاط	الوقائع المرتبطة بالنقاط	الوقت المتفائل	الوقت الأكثر احتمالاً	الوقت المتفائل
١	٢٦١	١	١	٧
ب	٣٦١	١	٤	٧
ج	٤٦١	٢	٢	٨
د	٥٦٢	١	١	١
هـ	٥٦٣	٢	٥	١٤
و	٦٦٤	٢	٥	٨
ي	٦٦٥	٣	٦	١٥

المطلوب :

- ١ - رسم شبكة الأعمال :
- ٢ - حساب الوقت المتوقع لإتمام الأنشطة المختلفة .
- ٣ - حساب التباين والانحراف المعياري .

- ٤ - حساب احتمال تنفيذ المشروع قبل موعده بثلاث أسابيع .  
 ٥ - حساب احتمال تنفيذ المشروع بعد موعده بثلاث أسابيع .  
 ٦ - وإذا كان الموعدد هو ١٨ أسبوع فاحس احتمال عدم تنفيذه في هذا الموعدد .

#### تطبيق ٤ :

الجدول الآتي يقدم بعض البيانات الخاصة بإحدى المشروعات :  
 النشاط الوقائع المرتبطة الوقت المتفاعل الوقت الأكثر احتمالاً الوقت المتقادم  
 بالنشاط

١٥	٦	٣	٢٦١	١
١٤	٥	٢	٢٦٢	ب
٢٠	١٢	٦	٢٦٢	ج
٨	٥	٢	٤٦٢	د
١٧	١١	٥	٥٦٢	هـ
١٥	٦	٣	٥٦٤	ز
٢٧	٩	٣	٧٦٦	ح
٧	٤	١	٨٦٥	ص
٢٨	١٩	٤	٨٦٧	ط

#### المطلوب :

- ١ - رسم شبكة الأعمال .  
 ٢ - حساب طول المسار الحرج .  
 ٣ - حساب الانحراف المياري للمسار الحرج .  
 ٤ - حساب احتمال تنفيذ الأنشطة على المسار الحرج في وقت طوله ٤١ يوم .  
 ٥ - حساب احتمال تنفيذ المشروع ككل في ٤١ يوم .

### تطبيق ٥:

البيانات التالية خاصة بإحدى المشروعات الصغيرة:

التقاط النقاط السابق مباشرة الرقع المتقابل الأكثر احتمالاً المهام

١	—	٥ يوم	٦	٧
٢	—	٤	٥	١٨
٣	١	٤	١٥	٢٠
٤	٦	٢	٤	٥
٥	١	١٦	١٧	١٨

### المطلوب:

- ١ — تحديد الوقت المتوقع لإتمام هذا المشروع.
- ٢ — تحديد احتمال تنفيذ هذا المشروع في ١٨ يوم.

### أسلوب المسار الحرج:

يلاحظ مما سبق أن طريقة بيرت تأخذ في حسابها أساساً عوامل عدم التأكد Uncertainty بخصوص الوقت اللازم لإتمام الأنشطة المختلفة في شبكة الأعمال، فهي تركز أساساً على تقدير الوقت الممكن تنفيذ المشروع فيه

أما أسلوب المسار الحرج فهو يركز أساساً على التكاليف الخاصة بتنفيذ المشروع والعمل على تخفيض هذه التكاليف مفترضاً أساساً أن الوقت اللازم لإتمام هذا النشاط محدداً تحديداً دقيقاً ومبروراً.

وبالتالي فإن أسلوب المسار الحرج يعمل ويهدف إلى بيان وتوضيح الأنشطة الحرجة التي بناء عليها يتوقف إتمام المشروع وتحديد الوسائل والتكاليف الخاصة بتقليل الوقت اللازم لإتمام الأنشطة الحرجة وبالتالي فإن أسلوب المسار الحرج (م - ١٢ بحث ٢)

الحرج يهتم أساساً بالتكلفة في حين أن أسلوب بورت يهتم أساساً بتحديد الوقت المتوقع لإتمام المشروع .

من أم مبادئ أسلوب المسار الحرج أن أى وظيفة يمكن تقليل الوقت الذى تحتاجه لإتمامها عن طريق تخصيص موارد أكثر ( قوى بشرية ، آلات ، أموال ، الخ ) . وبالتالي فإن إصراع هذه الوظيفة أو النشاط ( تقليل الوقت الذى تحتاجه الوظيفة لإتمامها وأداؤها ) يتطلب تخصيص موارد أكثر لها يتضمن الأمر زيادة الإنفاق وبالتالي زيادة تكاليف أداء الوظيفة أو أداء النشاط . وكما أنه يمكن إصراع إتمام بعض الوظائف الحرجة فإنه يمكن أيضاً في اتجاه آخر العمل على تبطئة إتمام الوظائف الغير حرجة وبالتالي توجيه بعض الموارد منها إلى الوظائف الحرجة كما أنه يعمل على تبطئة إتمام بعض الوظائف قد يؤدي إلى تقليل النفقات وبالتالي تقليل تكلفة إتمام هذه الوظائف . في الجزء التالى نقوم بشرح تفصيل لهذه السياسات ولكن قبل أن نتعرض لها يحسن أن نقوم بشرح مختصر عن طبيعة وأنواع التكاليف المتعلقة بأداء بعض المشروعات .

### أنواع التكاليف المتعلقة بإتمام المشروع :

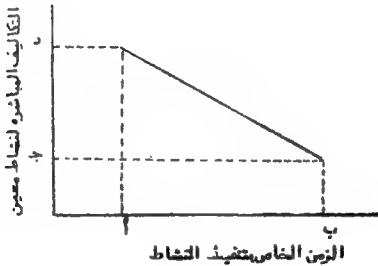
يلاحظ أن تكاليف المشروع ليست كلها تكاليف مباشرة يمكن تحميلها بصورة مباشرة لكل نشاط فهناك أيضاً التكاليف الغير مباشرة التى تتعلق بتنفيذ المشروع ككل وليست متعلقة بأ نقطة معينة في المشروع . بعض هذه التكاليف كزاداد وزيادة مدة تنفيذ وإتمام المشروع . كما أنه بالإضافة إلى ذلك إذ كانت إدارة المشروع في - نافذ مع الحكومة أو عميل معين على إتمام المشروع في موعد معين وأن هناك إجراءات مادية إذا لم يتم في خلال هذا الموعده أو على الوجه الآخر إذا كان هناك مكافآت مادية إذا تم تنفيذ المشروع قبل موعدهم معين فإن الإدارة تريد أن تعمل على معرفة نفقة انتهاء المشروع في أوقات معينة وذلك لكي تقرر ما إذا كان لها من الأصلاح تنفيذ للمشروع و موعده أو التأخير عن التنفيذ أم تنفيذه قبل موعده . وهكذا .

يلاحظ أننا أمام نوعين من التكاليف :

١ - تكاليف مباشرة وهي التي ترتبط بأنشطة معينة وهي ترداد عندما  
اد مرة [تمام النشاط .

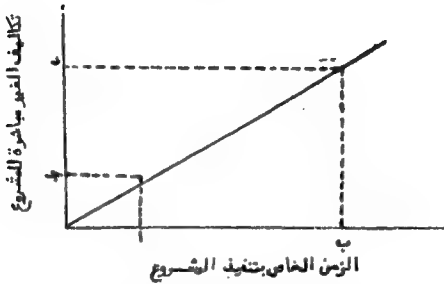
٢ - تكاليف غير مباشرة وهي مرتبطة بالمشروع ككل وهي تقل إذا  
تم تقليل المدة المطلوبة لأداء المشروع .

ويمكن تمثيل العلاقة بين التكاليف المختلفة والزمن كما يلي :



يلاحظ من الشكل السابق أن تقليل الزمن الخاص بتمام نشاط معين من ب  
إلى أ يؤدي إلى زيادة التكاليف الخاصة بتمام هذا النشاط من ج إلى د .

أما التكاليف الغير مباشرة فكما ذكرنا سابقاً عندما مرتبطة بالمشروع  
وعلاقتها مع الزمن الخاص بتنفيذ الخطة كما يلي :



يلاحظ من الشكل السابق أن تقليل الزمن الخاص بإنجاز المشروع من ب إلى أ يؤدي أيضاً إلى تقليل التكاليف الخاصة بإنجاز هذا المشروع من ب إلى أ. وبالتالي فإن الإدارة تعمل على البحث عن تلك النقطة من الزمن التي عندما يحقق الوضع الأمثل من حيث تقليل التكاليف الكلية للمشروع. هذه النقطة تحقق توازن بين :

- ١ - زيادة التكاليف المباشرة نتيجة لإسراع بعض الأنشطة.
  - ٢ - تقليل التكاليف الغير مباشرة نتيجة لتقليل الوقت الكلي لإنجاز المشروع.
- يتم الحصول على هذه النقطة المثالية Optimum Point بالتتابع الإجراءات الآتية :

- ١ - يتم إعداد شبكة الأعمال بالطريقة السابق شرحها .
- ٢ - يتم توضيح على هذه الشبكة أوقات البداية المبكرة .
- ٣ - بعد ما تم في الخطوة السابقة تحديد أوقات البدء يمكن أن يتم فيه التسرع.
- ٤ - يمكن تقليل ذلك الوقت الأقصى عن طريق إسراع تنفيذ بعض الأنشطة.
- ٥ - يترتب على إسراع تنفيذ بعض الأنشطة تكاليف إضافية يتحملها المشروع.

٦ - إذا كانت هذه التكاليف الإضافية أقل من الوفرة في التكاليف الغير مباشرة التي تنتج من فترة المشروع .

٧ - يتم تكرار ذلك إلى أن يصل إلى النقطة التي عندما التكاليف الكلية المشروع أقل ما يمكن .

على أي حال عند اتباع الإجراءات السابقة فلنأخذ مشكلة رئيسية وهي متعلقة بأى الوظائف التي يجب أن تعمل على سرعة تنفيذها وما هي النقطة التي عندما توقف عملية تقصير الفترة الخاصة بتنفيذ المشروع . يلاحظ عند اتباع الإجراءات السابقة فلن :

١ - الأنظمة التي تعمل على تقصيرها هي الأنظمة الحرجة ( التي تقع على المسار الحرج ) .

٢ - يعمل على اختيار الأنظمة الحرجة التي تقلل الوقت الخاص باتمامها يؤدي إلى تكاليف إضافية أقل من الوفورات التي تتحقق في التكاليف الغير المباشرة نتيجة تقليل الوقت اللازم لتنفيذ المشروع .

٣ - يتم الاستمرار في اتباع القاعدة السابقة حتى يصل إلى أحد الحالات الآتية :

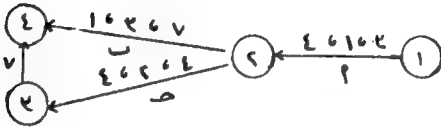
( أ ) طبيعة النقاط لا يسمح تنفيذه في وقت أقل .

( ب ) بعض الأنظمة أصبحت حرجية في المسارات الأخرى للمشروع .

( ج ) التكاليف الإضافية من إسراع إتمام النشاط أكبر من الوفورات التي تتحقق من تقليل مدة المشروع ككل .

مثال :

نفرض أن لدينا مشروع يتكون أساساً من أربع الأنشطة تتعلق بإتمامه.



النشاط	الوقائع	الوقت العادي	الوقت المبسر	تكاليف الإسراع في اليوم
		Normal Time	Crash Time	Cost of crashing per day
١	٢ ٦ ١	٣ يوم	١ يوم	٤ جنيه
٢	٤ ٦ ٢	٧ يوم	٣ يوم	١ جنيه
٣	٢ ٦ ٢	٤ يوم	٢ يوم	٤ جنيه
٤	٤ ٦ ٣	٥ يوم	٢ يوم	٢ جنيه

وبلاحظ هنا أن الأنشطة تختلف من حيث التكاليف الإضافية التي تنتج من إتمامها في وقت أسرع من الوقت العادي لإتمامها مثلاً تقصر مدة إتمام النشاط (ب) يوماً واحداً يؤدي إلى زيادة التكاليف الإضافية بمقدار ١٠ جنيه. وهكذا .

نفرض أن التكاليف الغير مباشرة ( Overheads ) في هذا المثال عبارة

عن ٤,٥٠ جنبيات في اليوم والمطلوب تخطيط هذا المشروع بحيث يحقق أقل تكلفة ممكنة .

١ - الحل الممكن الأول ( تنفيذ المشروع في موعده المحدد ) :

هنا نجد أن المسار الخارج هو (٢٦١) - (٢٦٢) - (٤٦٢) أي ١ ح و ٥ وطوله ٣ + ٤ + ٥ = ١٢ يوم .

تكلفة المشروع = تكلفة الاسراع + التكاليف الغير مباشرة ( بفرض أعمال التكاليف المباشرة للأنشطة المختلفة .

تكلفة المشروع = صفر + ١٢ × ٤,٥ = ٥٠ جنبيات .

٢ - الحل الثاني وهو عاس بإسراع إتمام نشاط أو أكثر من الأنشطة

الواقعة على المسار الخارج :

يتم مقارنة بين التكاليف الإضافية التي تنتج من الاسراع يوم واحد في إتمام الأنشطة الخرجية ويتم اختيار النشاط الذي تكون فيه هذه التكاليف أقل ما يمكن . بتطبيق ذلك يتم المقارنة بين الأنشطة ٦١ ح و ٦٢ ح ونجد التكاليف الخاصة بالاسراع يوم واحد هي على التوالي ٤٦٤ و ٢٦٤ وبالتالي يتم اختيار النشاط ذو التكاليف الإضافية الأقل وهو النشاط ١ .

يمكن تقصير مدة إتمام النشاط ( و ) بمقدار ٣ أيام ( الوقت العادي — الوقت المُسرَّع ) غير أن النشاط ( ب ) به وقت ثابت فقط ٢ يوم وبالتالي لا يمكن تقصير مدة النشاط ( و ) بأكثر من يومين وبالتالي تكون المدة الكلية لإتمام المشروع هي ( ١٢ - ٢ = ١٠ يوم ) .

تكلفة المشروع = تكلفة إسراع النشاط ( و ) + النفقات الغير مباشرة

$$٤,٥ \times ١٠ + ٢ \times ٢ =$$

$$٤٥ + ٤ =$$

$$٤٩ = \text{جنبيات} .$$

نلاحظ هنا بالرغم من أن تكاليف الإسراع زادت فإنه حدث وفر كل قدره ، حيثيات ناتج من تخفيض التكاليف الفهر مباشرة .

### ٢ - الحل الثالث :

أصبح الآن لدينا مسارين خرجين هما :

٢ - ب

١ - ح - د

ومن هنا فإن تقليل وقت المشروع يكون بتقليل كلامن هذين المسارين ولما كان النشاط ( ١ ) مشترك بين هذين المسارين الخرجين فإن تقصير الوقت الخاص بتمام النشاط ( ١ ) يمدل حل تقصير هذين المسارين الخرجين في نفس الوقت أو أننا يمكن تقصير وقت المشروع عن طريق الوقت الخاص بتنفيذ النشاطين ب ٦ ح أو ب ٦ د . أما هنا الآن ثلاثة بدائل ويتم اختيار البديل الذى يؤدي إلى زيادة في التكاليف الإضافية أقل نسبياً من البدائل الأخرى كما يلي :

البديل النشاط المطلوب إسراعه تكاليف الإسراع بالجانبه في اليوم

الأول	١	٤
الثاني	ب ٦ ح	$١ + ٤ = ٥$
الثالث	ب ٦ د	$١ + ٢ = ٣$

من الواضح أن البديل الثالث يبدو أنه أحسن البدائل ، فهو أنه لا يمكن تقصير النشاط ( د ) أكثر من يوم واحد حتى نصل إلى الحد الأدنى المطلوب لإتمام النشاط ( د ) وهو يومين وبالتالي تكلفة الحل ستكون كما يلي مع ملاحظة أن مدة المشروع قد تم تقصيرها بمقدار يوم واحد فقط لتصبح ٩ أيام .

تكلفة المشروع = تكاليف إسراع النشاط (ب) ٦ (د)

+ التكاليف الغير مباشرة

$$1 \times 1 + 2 \times 2 + 4 \times 1 =$$

$$1 + 4 + 4 =$$

$$9 =$$

أما عن البديل الأول والثاني فيتم تقييمهما كما يلي .

البديل الأول : الإسراع في النشاط (١٠)

حيث أن النشاط (١) يمكن تقصيره يومان فإن التكلفة ستكون كما يلي علماً بأن مدة المشروع ستقل بمقدار يومين فتصبح  $9 - 2 = 7$  يوم .

تكلفة المشروع = تكاليف إسراع ١ ٦ د

+ التكاليف الغير مباشرة

$$1 \times 2 + 1 \times 1 + 2 \times 2 + 4 \times 7 =$$

$$2 + 1 + 4 + 28 =$$

$$35 = \text{جنيهاً} .$$

البديل الثاني : الإسراع في النشاط (ب) ٦ (ح)

الآن ليس أمامنا سوى بديل واحد لتقصير مدة المشروع وهي تقصير الوقت المطلوب لانعام الانشطة (ب) ٦ (ح) .

يلاحظ أن النشاط (ب) تم تقصيره بمقدار يوم ولكن يمكن تقصيره بمقدار ٢ أيام أخرى أما عن النشاط (ح) فإننا يمكن تقصيره بمقدار يومان فقط . هذه التكاليف يمكن توضيحها كما يلي :



(ب) أن العلاقات بين الأنشطة المختلفة المكونة للمشروع يمكن تصورها في شكل شبكة ( Network ) .

(ج) أنه يمكن تقدير الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط .

(د) أن الوقت المطلوب لانعام النشاط يخطئ تنويع بينا وبالتالي فإن متوسط الوقت اللازم لانعام النشاط عبارة عن  $\frac{1}{3}$  حاصل جمع الوقت المتفائل ، المتفهم ، وأربع أمثال الوقت الأكثر احتمالا .

(هـ) أنه في الاسراع في القيام ببعض الأنشطة تكون العلاقة بين الاسراع والتكاليف المباشرة علاقة طردية أما العلاقة بين الاسراع والتكاليف الغير مباشرة علاقة عكسية .

## تطبيقات

### تطبيق رقم ١

فيما يلي البيانات الخاصة بإحدى المشروعات المطلوب تنفيذها والمطلوب :

- ١ - رسم شبكة تمثل المشروع .
- ٢ - حساب التكلفة العادية لإتمام المشروع .
- ٣ - حساب التكلفة في حالة تخفيض مدة إتمام المشروع بأسبوع .

النقاط	الوقائع المرتبطة بالنقاط	الوقت العادي	الوقت المقصر	تكاليف الإسراع في اليوم
أ	٢٦١	١ أسبوع	صفر	٥٠
ب	٣٦٢	٣	١	٥٠٠
ج	٦٦٣	٦	٤	٢٥٠
د	٩٦١	٩	١	١٠٠
هـ	٥٦٤	٦	٢	٦٠٠
و	٦٦٥	٦	٢	٧٠٠

مع ملاحظة أن التكاليف الشهر مباشرة عبارة عن ٧٥ جنيه في اليوم .

تطبيق رقم ٢

إحدى شركات الصيانة وضعت برنامج للصيانة لإحدى عملائها كما يلي :

النشاط	الوقت المرتبط بالنشاط	الوقت العادي	الوقت المسموح	تكاليف الاسراع في اليوم بالجنيه
١	٢٦١	٩	٦	٢٠
ب	٢٦١	٨	٥	٢٥
ج	٤٦١	١٥	١٠	٢٠
د	٤٦٢	٥	٣	١٠
هـ	٥٤٣	١٠	٦	١٥
و	٥٦٤	٢	١	٥٠

المطلوب :

١ - تحديد الوقت العادي لاتمام المشروع وكذلك الحد الأدنى للبدء الممكن تنفيذ هذا المشروع فيها .

٢ - إذا كانت التكاليف للفهر مباشرة هي ٦٠ جنيه في اليوم لما هي أحسن خطة تضمنها لهذه المنقاة بحيث يتم تحمل أقل تكاليف ممكنة .

تطبيق رقم ٣ :

البيانات الآتية متعلقة بإحدى المشروعات :

النشاط	النشاط السابق	الوقت العادي	الوقت المصروع	تكاليف الاسراع بالجنبة في الساعة
١	—	٨ ساعات	٦ ساعات	١
٢	١	٧	٤	٢
٣	١	١٢	٥	٣
٤	١	٩	٥	١
٥	٢ ٣ ٤ ٥	٦	٦	١

فإذا فرضنا أن التكاليف الغير مباشرة عبارة عن ٢٤ بنيا في الساعة فالمطلوب تحديد السب خطة العمل بما يتعلق بعنصر الوقت لكي يتم تحقيق أقل تكاليف كلية .

تطبيق رقم ٤ :

إحدى الشركات الصغيرة التي تعمل في مجال الصيانة لديها إحدى المشروعات المتعلقة بعملية صيانة لأحدى الشركات الصناعية . هذه العملية تتكون من ١٠ وظائف . الجدول الآتي يبين العلاقة بين الوظائف المختلفة وكذلك أوقات تنفيذها .

اسم الوظيفة	ا	ب	ح	د	هـ	و	ز	س	ص	ع
الوقائع الربطة بالوظيفة	٢٦١	٢٦٢	٢٦٣	٢٦٤	٢٦٥	٢٦٦	٢٦٧	٢٦٨	٢٦٩	٢٧٠
الوقت المتفائل	٣	٢	٦	٧	٥	٣	٢	١	٤	
(أسبوع)										
الوقت الأكثر احتمالاً (أسبوع)	٦	٥	١٢	٥	١١	٦	٩		١٩	
الوقت المتفائل	١٤	١٤	٢٠	٢٠	١٥	٢٧	٧	٢٨		
(أسبوع)										
الوقت المتدريج	٣	٣	٩	٣	٥	٥	٥	٢	١٠	
(أسبوع)										
تكاليف الاسراع في اليوم	٥	٧	٩	١٢	٥	١٤	٢٠	٧	٧	

١ - تحديد احتمال تنفيذ العملية في ٢٠ أسبوع .

٢ - ماذا تسمح الادارة بخصوص أنسب موعد لتنفيذ العملية إذا علمت أن التكاليف الغير مباشرة عبارة عن ٢٠ ج في الأسبوع .

تطبيق ٥ :

إليك البيانات التالية المتعلقة بإحدى المشروعات والمطلوب :

١ - تحديد احتمال تنفيذ المشروع في ٢٠ أسبوع .

٢ - ماذا ننصح الإدارة بخصوص أسلوب موعد لتنفيذ العملية ، إذا علمت أن التكاليف الغير مباشرة عبارة عن ٣٠ ج في الأسبوع .

تكلفة

الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع
بالجنيه في	الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع	الأسبوع
بالنقاط	بالنقاط	بالنقاط	بالنقاط	بالنقاط	بالنقاط	بالنقاط
١	٢٦١	٢	٦	١٥	٣	٥
ب	٦٦١	٢	٥	١٤	٤	٧
ج	٢٦٢	٦	١٢	٣٠	٦	٩
د	٤٦٢	٢	٥	٨	٣	١٢
هـ	٥٦٢	٥	١١	١٧	٥	٨
و	٥٦٤	٣	٦	١٥	٥	١٥
ز	٧٦٦	٢	٩	٢٧	٥	٢٠
ح	٨٦٥	١	٤	٧	٢	٧
ط	٨٦٧	٤	١٩	٢٨	١٠	٧

تطبيق ٦ : إليك البيانات الآتية بخصوص إحدى المشروعات التي يستلزم القيام بقسمتها عمليات لإتمامه . المطلوب :

١ - حساب احتياك تنفيذ المشروع في ٣٠ أسبوع .

٢ - ما هو الأسبوع موعد لتنفيذ هذا المشروع إذا علمت أن التكلفة ضمن المباشرة عبارة عن ٧٥ جنيه في الأسبوع .

تكلفة

العملية	الوقت المتاح	الوقت الاحتياكي	المتقادم المصرع	الأسراع بالجنيه في بالأسبوع
أ	٢-١	٣	١٥	٣
ب	٦-١	٧	١٤	٣
ج	٢-٢	٦	٢٠	٦
د	٤-٢	٧	٨	٣
هـ	٥-٢	٥	١٧	٥
و	٥-٤	٣	١٥	٥
س	٧-٦	٣	٢٧	٥
ص	٨-٥	١	٧	٢
ل	٨-٧	٤	٢٨	١٠

تطبيق ٧:

يحتاج إتمام إحدى الشروط إلى الانقضاء الآتية :

النفقات	الزوائج	الوقت العادى	الوقت المتسرع	التكاليف المباشرة العادية	المتسعة
١	٢٦١	٥ يوم	٤	١٠٠	١٢٠
ب	٢٦١	٦	٤	٢٠٠	٢٦٠
ج	٤٦١	٤	٤	٣٠٠	٣٠٠
د	٦٦٢	٧	٥	٥٠٠	٥٨٠
هـ	٥٦٢	٨	٦	٧٠٠	٨٠٠
و	٥٦٢	٦	٥	٥٠٠	٥٦٠
ز	٧٦٢	٥	٥	٤٠٠	٤٠٠
ح	٧٦٤	٩	٨	٩٥٠	١٠٢٠
ط	٦٦٥	٢	٢	٢٠٠	٢٠٠
ق	٧٦٥	٢	٢	٢٥٠	٣٢٥
ك	٧٦٦	٤	٣	٣٥٠	٤٤٠
ل	٨٦٧	٥	٣	٥٠٠	٧٠٠

علافاً على أن تقصر المشروع بمرم واحد سوف يحقق وفر فى التكاليف  
للمنهر مباشرة قدرها ٨٥ جنيهاً . فاما افضل وضع لتنفيذ هذا المشروع .

تطبيق ٨ :

فيما يلي بيانات إحدى المشروعات المقترحة تنفيذا :

الخصائص							
١-٢-٣	١-٢-٣	١-٢-٣	١-٢-٣	١-٢-٣	١-٢-٣	١-٢-٣	١-٢-٣
١٨	٣	١٠	٨	٨	١٢	٦	٤
١٠	١	٦	٤	٤	٤	٣	٢
١٤	٢	٨	٦	٦	٨	٤	٢
١٢	٦	٧	٥	٥	٦	٣	٢
٨٠	١٠	٥٠	٦٠	٦٠	٥٠	٢٠	١٠
١٢٠	٣٠	٦٠	٨٠	٩٠	٨٠	٤٠	٠

التكاليف النقد مباشرة ٣٠٠ جنيه في اليوم

الوقت بالأسبوع والتكلفة بالجنيه .

والمطلوب :

١ - رسم شبكة المشروع وتحديد المسار الحرج .

٢ - حساب الأوقات المبكرة والمتأخرة والوقت الزائد

٣ - حساب احتمال إنهاء المشروع قبل ١٨ أسبوع .

٤ - حساب الزيادة في التكاليف الناتجة عن تخفيض وقت تنفيذ المشروع إلى ١٧ أسبوع .

وفيما يلي بيانات احتمالات إنهاء المشروعات في مواعيد ما :

الاحتمال أمام ( ١,٦ ) = ٠,٥٥

الاحتمال أمام ( ١,٨ ) = ٠,٣٦

الاحتمال أمام ( ٢ ) = ٠,٢٣

## ملحق رقم ٩ :

المطرب مستخدماً اسلوب تحليل شبكات الاحوال لتحديد احتمال تنفيذ المشروع الآن في مدة زمنية قدرها ٢٤ يوم وما هي الزيادة أو التخفيض في التكلفة إذا رغبنا في تنفيذ المشروع في مدة زمنية قدرها ٢٧ يوم فقط إذا علمنا أن التكلفة لكل يوم متأخرة عبارة عن ١٠ جنيه في اليوم .

عملات النروج	أحداث العمليات	الوقت المتقابل	الأكثر احتمالا	التعاقب	المسرع	تكلفة الإسراع
ا	٢٦١	٢	٦	٧٧	٥	٢
ب	٢٦١	٢	٥	١٤	٧	٣
ج	٤٦٢	٦	١٢	٣٠	٦	٤
د	٤٦٣	٢	٥	٨	٣	٥
هـ	٥٦٣	٥	١١	١٧	٥	٦
و	٦٦٤	٣	٦	١٥	٥	٧
ق	٦٦٥	٣	٩	٢٧	٥	٨
ك	٧٦٦	١	٤	٧	٢	٨

ملحوظة : القيمة أمام سفر في جدول احتمالات أعام المشروعات في موراعيدما اعمدة عبارة عن ٠.٥٠٪

## الباب الرابع

نظرية خطوط الانتظار



## الباب الرابع

### نظرية خطوط الانتظار \*

Waiting Lines Theory

Queing Lines Theory

تشكون الصفوف عندما يصل عدد كبير من طالبي الخدمة في نفس الوقت ، هذه المواقف شائعة جداً . فمثلاً يمكن ملاحظة صفوف السيارات في محطات خدمة السيارات ، صفوف العملاء أمام شبانيك السينما ، و صفوف السيارات التي تحتاج إلى إصلاح في قسم الصيانة في إحدى المصانع الكبرى . طائرات في انتظار المبروط في إحدى المطارات وهكذا . يلاحظ أيضاً أن مراكز الخدمة نفسها قد تكون في حالة انتظار العملاء أيضاً وبالتالي فإننا قد نجد بعض المواقف التي فيها ينتظر العميل بعض الوقت حتى يمكنه الحصول على الخدمة التي يحتاجها وبعض المواقف الأخرى التي فيها تنتظر مراكز الخدمة حتى يصل العملاء الذين سيطلبون الخدمة .

الهدف الرئيسي من نظرية الصفوف هو العمل على تخفيض الوقت الذي ينتظره العميل حتى يستطيع الحصول على السلعة أو الخدمة التي يحتاجها . حيث أن انتظار العملاء وقتاً طويلاً حتى يستطيعوا الحصول على السلعة أو الخدمة التي يحتاجونها قد يؤثر عليهم فيصرفون عن طلب السلعة أو الخدمة وبالتالي يقلل من الطلب على الخدمات والسلع المعروضة . كذلك نظرية الصفوف تهدف إلى تقليل الوقت الذي تكون فيه مراكز الخدمة عاطلة أو غير مستغلة بالكامل . مثال ذلك في إحدى متاجر الأقسام بهدف مدير المتجر أن يبين عدد مناسب من مندوبي البيع بحيث لا ينتظر العملاء وقتاً طويلاً لكي يتعاملوا مع مندوب

البيع كما أنه لا ينتظر أيضاً مندوب البيع بدون عمل حتى يصل العملاء الذين يطلبون الخدمة .

#### المفاهيم الأساسية في نظرية الصفوف :

تحتوي نظرية الصفوف على ستة مفاهيم أساسية :

- ١ - معدلات وصول العملاء طالبي الخدمة .
- ٢ - معدلات انصراف العملاء طالبي الخدمة .
- ٣ - قنوات الخدمة Service Channels
- ٤ - نظام الخدمة .
- ٥ - مصدر العملاء Source of Customers
- ٦ - الحد الأقصى للعملاء الممكن تواجدهم في مركز الخدمة .

#### خطوط الانتظار :

يظهر خط الانتظار عندما يصل عملاء أو وحدات الحصول على خدمة معينة ولا يستطيعون الحصول عليها في الحال . وبالتالي يمكن تعريف خط الانتظار بأنه عبارة عن تراكب أفراد أو آلات في حالة انتظار حتى يمكن إمدادهم بخدمة معينة . يمكن ملاحظة خطوط الانتظار في كل صناعة وفي كل مراكز الخدمات العامة ومن أمثلة ذلك موزعة في الدول الآن .

بعض أنواع لخطوط الانتظار التي يمكن ملاحظتها في الحياة العملية :

وجدات طالبة الخدمة	مراكز الخدمة	خط الانتظار
١ - سيارات ترغب في الحصول على البنزين .	عمال تموين السيارات في محطة البنزين .	سيارات
٢ - عملاء يرغبون في سداد قيمة مشترياتهم في إحدى متاجر الأقسام .	عمال الخزينة في متجر الأقسام .	عملاء
٣ - طائرات ترغب في الهبوط في إحدى المطارات	مرات المبوط في المطار	طائرات
٤ - سفن ترغب في تفريغ حمولتها في إحدى الموانئ .	بمخومات عمال تفريغ البضائع .	سفن
٥ - ماكينات في حاجة إلى إصلاح .	عمال تصليح الماكينات	ماكينات
٦ - مرضى يحتاجون إلى خدمات طبية .	أطباء .	مرضى
٧ - مباني حدث بها حريق والمطلوب إطفاءها .	رجال المطافئ	مباني عمرة
٨ - قضايا مطلوب الفصل فيها .	قضاة .	قضايا

ما سبق يتضح أن خطوط الانتظار تتكون من أربع مراحل :

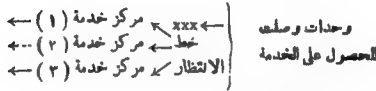
( أ ) وحدات أو أشخاص وصلت للحصول على خدمة معينة .

( ب ) خط الانتظار نتيجة لعدم وجود التوازن بين الطلب على الخدمة وطاقة مركز الخدمة .

( ج ) مراكز الخدمة التي تقوم بتزويد طالبي الخدمة بما يحتاجونه .

( د ) المرافق طالبي الخدمة بعد إمدادهم بها .

ويمكن تصوير ذلك كما يلي :



طول خط الانتظار :

يغير طول خط الانتظار Length of Waiting line إلى عدد الأشخاص أو الوحدات التي تنتظر إمدادها بخدمة معينة ، في بعض الأحيان يشمل طول خط الانتظار أيضا الأشخاص أو الوحدات التي دخلت مركز الخدمة وبدأت عمليات إمدادها بالخدمة ولكن لم تنتهي بعد .

نظام إمداد العملاء أو الوحدات بالخدمة :

يغير ذلك إلى نظام خط الانتظار Waiting line discipline أي إلى الترتيب الذي بواسطته يتم إمداد العملاء أو للوحدات بالخدمة التي يطلبونها عموماً وهناك عدة طرق لهذا الترتيب هي :

١ - خدمة الوحدات طالبة الخدمة طبقاً لترتيب وصولها

First come first served

وهذا هو النظام الأكثر شيوعاً .

٢ - إعطاء أولوية في تقديم الخدمة طبقاً لظروف العملاء ، فمثلاً قد يتم إعطاء أسبقية في المهيوط في إحدى المطارات للطائرة التي وقودها على وشك النفاذ أو يقوم الطبيب بالكشف على المرضى طبقاً لسوء حالاتهم الصحية وهكذا .

٣ - إمداد العملاء بالخدمات طبقاً لاختيار عهوان .

سوف يتم التركيز في هذا الكتاب فقط على خطوط الانتظار التي تقوم على أساس خدمة العملاء طبقاً لترتيب وصولهم إلى مراكز الخدمة .

#### الوحدات طالبة الخدمة ومراكز الخدمة :

يمثل الوحدات طالبة الخدمة ( عملاء يرضون في إصلاح سياراتهم ، طائرات ترعى في المهيوط في المطار ) الطلب على خدمة معينة والتي يتم توفيرها بواسطة مراكز الخدمة ، تمثل مراكز الخدمة مجموعة الأشخاص ومعداتهم والذين يقومون بتقديم خدمة معينة للوحدات التي تصل إلى مراكز الخدمة ( عمال إصلاح السيارات ، ممرات المهيوط في المطار ) وقد يكون هناك مركز خدمة واحد أو أكثر من مركز خدمة فمثلاً قد يكون هناك ميكانيكي واحد في الجراج أو أكثر من ميكانيكي ، قد يكون هناك ممر واحد لمهيوط الطائرات أو أكثر من ممر وهكذا ومن الطبيعي أنه إذا تعددت مراكز الخدمة فإنه من المفروض أن هذه المراكز المختلفة تقوم بتقديم نفس الخدمة .

ومن الملاحظ أن طول خط الانتظار يتوقف على :

#### العلاقة بين معدلات وصول العملاء وطاقة مراكز الخدمة :

فإذا كان معدلات وصول العملاء أكثر بكثير من طاقة مراكز الخدمة فإن خط الانتظار سوف يكون طويلاً أما إذا كان معدلات وصول العملاء أقل بكثير من طاقة مراكز الخدمة فإن خط الانتظار سوف يكون قصيراً هذا إذا كنا نتم بانتظار العملاء أما إذا كان الاعتماد بانتظار مراكز الخدمة أو بعض آخر إذا كان يمتد الوقت الماطل الذي تنتظره مراكز الخدمة فإن طول خط

الانتظار لمراكز الخدمة سيكون قصيراً إذا كان معدلات وصول العملاء أكبر من طاقة مراكز الخدمة ( أي أن خط انتظار العملاء طويلاً ) وبالعكس سيكون طول خط الانتظار لمراكز الخدمة نفسه طويلاً إذا كانت معدلات وصول العملاء أقل من طاقة مراكز الخدمة ( أي أن خط انتظار العملاء قصيراً ) .

كما سبق يتضح أن مشاكل خطوط الانتظار تحتوي على عوامل أساسية :

١ - معدلات وصول العملاء ( عدد العملاء الذين يصلون لطلب الخدمة في الدقيقة ، الساعة ، أو اليوم ) يمثل على طلب الخدمة .

٢ - معدلات انصراف العملاء بعد ترويضهم بالخدمة وهذا يتوقف على عدد مراكز الخدمة وأيضاً على الوقت اللازم لتقديم الخدمة ، وعلى كل حال هناك بعض المواقف التي يكون فيه الوقت المطلوب لخدمة عميل غطياً أي لا يختلف من عميل إلى آخر وأيضاً هناك بعض المواقف الذي يتغير فيه الوقت المطلوب للأداء الخدمة من عميل إلى آخر .

#### مثال توضيحي :

لفرض أن إحدى مصانع السيارات تحصل على أجزاء السيارات اللازمة لتجميع السيارات من عدة موردين ، فتلا الفاسية من مورد معين ، الأجزاء السكر بآلية السيارة من مورد آخر ، الأجزاء الخاصة بالموتور من مورد ثالث وهكذا .

يتم نقل هذه الأجزاء من الموردين بواسطة سيارات النقل ( الفوري ) . هنا تصل سيارات النقل محملة بأجزاء السيارات بمعدل سيارة كل ساعتين خلال اليوم إلى المكان المعد لتفريغ حمولتها ، ولقد خصصت هذه الشركة فريق لتفريغ السيارات ويتكون من شخصين يأخذ هذا الفريق نصف ساعة لتفريغ السيارة الواحدة . معنى ذلك أنه يلزم ساعة واحدة لتفريغ سيارة واحدة بواسطة فريق يتكون من شخصين .

هذا في المثال ، لوحدات طالبة الخدمة هي عبارة عن سيارات النقل المحملة

بأجزاء السيارات ، أما مراكز الخدمة فهي عبارة عن فريق تفريغ هذه السيارات ، في هذا المثال يوجد مركز خدمة واحد وهو يتكون من شخصين مهمهم المعدات اللازمة لتفريغ السيارات المحملة بأجزاء السيارات .

السؤال الآن هل سيكون هناك خط انتظار في مثل هذه الظروف ؟ للإجابة على هذا السؤال نحتاج إلى بيانات إضافية . خاصة نحن نحتاج أن نعرف ما إذا كان عدد السيارات المحملة يختلف من ساعة إلى أخرى . فإذا كان هناك اختلاف في عدد السيارات المحملة طالبة الخدمة من ساعة إلى أخرى ، فإنه يلزم أن نعرف احتمالات وصول السيارات خلال اليوم .

يلاحظ أن أبسط حالة ، نادرة الحصول في الحياة العملية ، هي أن يكون معدل وصول السيارات المحملة ( طالبة الخدمة ) ثابت مثلاً معدل وصول السيارات هو سيارتين / ساعة معنى ذلك أن ساعة بالضبط ( ليس أكثر من ساعة وليس أقل من ساعة ) تصل سيارتين ، فإذا كان ( التبسيط ) قدرة فريق التفريغ ( الفريق يتكون من شخصين ) هو تفريغ سيارتين في الساعة فإن معنى ذلك أنه لن هناك خط انتظار .

معدل وصول السيارات المحملة : سيارتين كل ساعة .

قدرة فريق التفريغ : تفريغ سيارتين كل ساعة

خط الانتظار : لا يوجد .

ولكن يندر أن تكون هذه البيانات متوافرة بشكل مؤكد في الواقع العمل فثلاً قد يكون معدل وصول السيارات المحملة في المتوسط هو سيارتين في الساعة ( سيارتين/ساعة ) ولكن المدد الفعل للسيارات المحملة طالبة الخدمة قد يختلف مثلاً من صفر إلى خمسة سيارات في الساعة . الآن إذا أمكن مقدماً معرفة عدد السيارات المحملة طالبة الخدمة التي تصل كل ساعة فإنه يمكن تحديد عدد الأشخاص الذين يعملون في مراكز الخدمة ( يقدمون بعملية التفريغ ) وبالتالي مهما كان عدد السيارات المحملة طالبة الخدمة فإنه يمكن تفريغها في خلال ساعة واحدة فثلاً إذا كانت قدرة الشخص هي تفريغ سيارة في خلال ساعة واحدة

أي سيارة / ساعة وبالتالي فإذا علم أن هناك ٥ سيارات سوف تعمل في ساعة معينة فإنه يمكن تخصيص خمسة أشخاص لعملية التفريغ ومن هنا لن يكون هناك خط انتظار . يمكن تخصيص بيانات هذه الحالة إلى تصور موقف معين الذي فيه يختلف عدد الوحدات طالبة الخدمة من ساعة إلى أخرى وتحاول الإدارة أن تنفّذ خط انتظار سواء كان للملاء (الوحدات طالبة الخدمة) أو لمراكز الخدمة (عمال تفريغ السيارات المحملة) كما يلي :

عندما يكون معدلات الطلب على الخدمة معروفة من ساعة إلى أخرى .

يمكن تخطيط أو جدولة العمل بحيث يتم تنفّذ تسكين خط الانتظار .

#### ( جدول ١ )

عدد السيارات طالبة للخدمة في الساعة      عدد العمال المطلوبين لتفريغ السيارات  
لتفادي أي وقت عاطل لهم

صفر	صفر
١	١
٢	٢
٣	٣
٤	٤
٥	٥

من المعروف طبعاً إذا لم يكن هناك أية محاولة لتخطيط وجدولة العمال المطلوبين لتفريغ السيارات من ساعة أخرى فإنه سوف يحدث :

( ١ ) بعض السيارات المحملة سوف ينتظر إلى أن يأتي دورها في عملية التفريغ وذلك إذا كان معدل الطلب على الخدمة أكبر بكثير من الطاقة المتاحة لمراكز التفريغ .

(ب) بعض هال التفريغ سوف يكون في حالة انتظار إلى أن تأتي سيارات عملة نطلب تفريغها وذلك إذا كانت الطاقة الإنتاجية لمراكز التفريغ أكبر من معدل وصول السيارات .

غير أن الحالة السابقة تعد موقفاً ليس شائعاً الحدوث في الحياة العملية ، على العكس فإن من الشائع جداً أن معدل وصول العملاء في طلب الخدمة يكون عشوائياً . مؤكداً وبالتالي فإنه من الصعب معرفة عدد السيارات المحملة التي تصل إلى مركز التفريغ في الساعة وبالتالي فإذا كان هناك عوامل عدم التأكد بخصوص معدلات الطلب على عملية التفريغ فإننا سوف نحتاج إلى استخدام نظرية الاحتمالات وذلك لمعرفة احتمال وصول عميل معين من سيارات النقل في ساعة معينة إلى مراكز التفريغ . وبالتالي فإن الأمر يتطلب جمع بيانات تاريخية عن معدلات وصول العملاء إلى مراكز الخدمة حتى يمكن معرفة احتمالات حدوث بعض هذه الظواهر في المستقبل . أي المطلوب معرفة مدى تكرار وصول عدد معين من السيارات المحملة في ساعة معينة ، نفرض أن هذه البيانات تم تجميعها بخصوص هذه السيارات المحملة التي وصلت إلى مراكز التفريغ في خلال الأسابيع الماضية والتي تمثل ٨٠ ساعة عمل ( ٤ ساعة عمل لكل أسبوع ) .

(جسمه دول ٢)

احتمال حدوث ذلك في المستقبل	التكرار النسبي	عدد مرات حدوث ذلك	عدد السيارات المغطاة التي ورسله المالكين الخدمة في الساعة
١٥٪	$\frac{1}{20} = \frac{1}{20}$	١٢	مفر
٢٥٪	$\frac{1}{4} = \frac{1}{4}$	٢٠	١
٣٥٪	$\frac{7}{20} = \frac{7}{20}$	٢٠	٢
٢٠٪	$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$	١٦	٣
١٠٪	$\frac{1}{10} = \frac{1}{10}$	٨	٤
٠٪	$\frac{0}{10} = \frac{0}{10}$	٤	٥
١٠٠٪	١٠٠٪	٨٠	المجموع

١ - ٨ - ٢ - ١

وبعد ذلك نقوم بحساب عدد السيارات المحملة المتوقع وصولها في المستقبل لمراكز التفريغ في الساعة كما يلي :

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \times \text{صفر} + \frac{1}{2} \times 1 + \frac{1}{2} \times 2 + \frac{1}{2} \times 3 + \frac{1}{2} \times 4 + \frac{1}{2} \times 5 \\ & 0 \times \text{صفر} + 0,25 + 0,50 + 0,75 + 1,00 + 1,25 = 3,75 \end{aligned}$$

معنى ذلك أن عدد السيارات المحملة المتوقع وصولها إلى مراكز التفريغ الساعة هي عبارة عن ٣ سيارة .

بعد معرفة عدد السيارات المتوقع وصولها فإنه يمكن جدولة عدد الأشخاص المطلوبين لتفريغ هذه السيارات . ولما كان عدد السيارات المتوقع وصولها سيارتين في الساعة فإنه يبدو أن عدد الأشخاص المطلوبين لعملية التفريغ يجب أن يكون ٣ حيث أنه يمكن للشخص الواحد أن يقوم بتفريغ سيارة في الساعة ولكن عندما يكون هناك تغيرات في عدد وصول السيارات المحملة طالبة الخدمة فإن من المفكوك فيه تحديد فريق التفريغ بعدد ٣ أشخاص هو تحديد مناسب .

ولتحديد العدد المناسب للأشخاص الذي يكون فريق التفريغ ينبغي معرفة :

(١) تكاليف مركز الخدمة : ومن المعروف أن هذه التكاليف تختلف باختلاف عدد الأشخاص الذين يكونون فريق العمل أي إذا كان هناك شخصين فقط يملان في مركز الخدمة فإن تكلفة مركز الخدمة ستكون أقل مما إذا كان هناك ٤ أشخاص وهكذا .

(ب) التكاليف المتوقعة من انتظار بعض الوحدات طالبة الخدمة . حيث أن هذا التكاليف يقع حائل بالنسبة للسيارات المحملة في شئنا السابق .

الجزء التالي سوف يناقش كيفية تحديد مستويات الخدمة بمعنى آخر هل يجب أن يكون هناك فريق واحد لتفريغ السيارات المحملة أو فريقان أو أكثر وهكذا .

### بعض القرارات المتعلقة بخطط الانتظار :

يعد أحد القرارات الهامة في هذا المجال تحديد مستوى الخدمة . فمثلا تحديد عدد الأشخاص الراجع نواجدهم في مركز تفريغ السيارات المحملة . تحديد عدد طلبات البنزين في محطة خدمة السيارات ، تحديد عدد شبائك السينما ، تحديد عدد مراكز الصيانة في إحدى المصانع وهكذا .

ويلاحظ أن تكاليف مراكز الخدمة يتوقف إلى حد كبير على عدد مراكز الخدمة نفسها فمثلا تكاليف الخدمة في حالة وجود فريق عمل واحد لتفريغ سيارة السيارات تكون أقل من الحالة التي يوجد فيها لدينا ثلاثة فرق عمل أو أكثر وهكذا . بمعنى آخر إذا زاد مستوى الخدمة Level of service فإن تكاليف الخدمة سوف تزيد أيضا . ولجدول الآتي يوضح ذلك .

#### مستوى الخدمة وتكاليف الخدمة

( جدول ٢ )

عدد مراكز الخدمة ( مستوى الخدمة )	تكاليف الخدمة في الساعة ( يفرض أن أجر الشخص في الساعة ٢ جنيه )
١ شخص	١
٢ أشخاص	٦
٤ أشخاص	٨

بالإضافة إلى وجود تكاليف الخدمة التي ترتبط بعدد مراكز الخدمة فإنه أيضا يوجد نوع آخر من التكاليف وهو التكاليف الناتجة عن انتظار بعض الوحدات طالبة الخدمة . فمثلا في حالة سيارات النقل فإنه في حالة انتظار بعض هذه السيارات معناه وقف ضائع بالنسبة لسائق السيارة بالإضافة إلى عدم استغلال الطاقة الإنتاجية للمحطة ( السيارة ) أصى استغلال . ويلاحظ أن هذه

التكاليف ترتبط أيضاً بمستوى الخدمة ولكن العلاقة هنا هذه المرة علاقة عكسية فكلما زاد مستوى الخدمة (عدد مراكز الخدمة) كلما قل احتمال انتظار السيارات وبالتالي تقل التكاليف الخاصة بالانتظار. الجدول الآتي يبين ذلك :

( جدول ٤ )

عدد مراكز الخدمة ( مستوى الخدمة )	التكاليف المتعلقة بالانتظار في الساعة جنيه
٢ شخصين	١١
٣ أشخاص	٢,٥
٤ أشخاص	١,٥٠

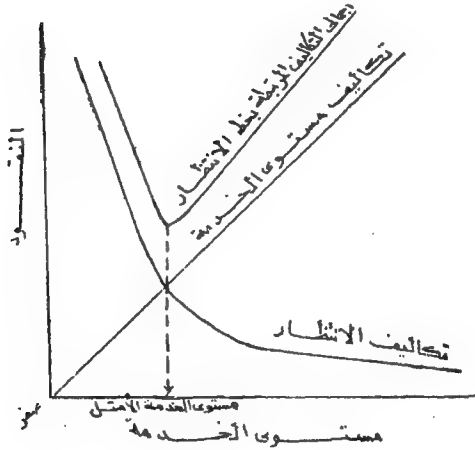
هذا معناه أنه كلما زاد مستوى الخدمة ، كلما قل احتمال تعطيل بعض السيارات في انتظار تفرئها وبالتالي تقل عدد السيارات التي تنتظر التفرئ وبالتالي تقل التكاليف والخسارة الناتجة من انتظار بعض السيارات .

يلاحظ أن التكاليف الكلية المتعلقة بخطط الانتظار عبارة عن مجموع تكاليف الخدمة في الساعة + التكاليف المتعلقة بالانتظار في الساعة كما يلي

عدد مراكز الخدمة	التكاليف الكلية المتعلقة بخطط الانتظار جنيه
٢ شخصين	١٥
٣ أشخاص	٨,٥
٤ أشخاص	٦,٥

ويلاحظ أن الوضع الأمثل في المثال السابق هو الوضع الذي عنده تكون التكاليف الكلية أقل ما يمكن . أي ذلك الوضع الذي فيه يتم تخصيص ٣ أشخاص للقيام بعملية تفرئ السيارات .

يوضح الرسم البياني الآتي العلاقة بين التكاليف ومستويات الخدمة ومن هذا الرسم البياني يمكن تحديد الحد الأمثل لمستوى الخدمة .



مثال : إحدى المصانع الكبرى لديه قسم لإصلاح الآلات والمكينات التي تستخدم في أقسامه الإنتاجية . وهذا القسم يتكون من ٢ أشخاص لتقديم هذه الخدمة . طالى الخدمة (الأقسام الإنتاجية في المصنع) يصلون لهذا القسم (بطلبهم خدمات هذا القسم) بمعدل يصل إلى حوالي ٤ في الساعة . من الطبيعي أنه في بعض الأحيان يكون الطلب على خدمات هذا القسم أكثر من ٤ في الساعة وفي بعض الأحيان الأخرى أقل من ٤ في الساعة . ولما كان يحتاج تقديم الخدمة (إصلاح الآلات) إلى نصف ساعة لخدمة عميل واحد فإنه بالتالي يستطيع هذا القسم خدمة ٦ عملاء (٦ أقسام إنتاجية) في الساعة الواحدة .

هنا نحتاج إلى معرفة كثافة الحركة أو كثافة التفعيل .

( Expected utilisation rate )

وهي عبارة عن نسبة عدد العملاء المتوقعين خلال فترة زمنية معينة على المقايضة الإنتاجية لوحدة الخدمة .

$$\text{كثافة التفعيل} = \frac{\text{عدد العملاء المتوقعين في فترة زمنية معينة}}{\text{الطاقة الإنتاجية لوحدة الخدمة في فترة زمنية معينة}}$$

من الطبيعي أن أبسط حالة حينما يكون معدل وصول العملاء ثابت ، وكذلك أيضاً الطاقة الإنتاجية لوحدة الخدمة .

نفترض أن معدل وصول العملاء هو ٤ في الساعة وإن الطاقة الإنتاجية لوحدة الخدمة هي خدمة ٦ عملاء في الساعة فإن كثافة التفعيل سوف تكون ٦٧٪ (  $\frac{4}{6}$  ) .

في هذا الوضع فإن العملاء لن ينتظروا مطلقاً وأن مركز الخدمة سيكون مشغولاً بنسبة ٦٧٪ أي بمعنى آخر مستغلاً فقط ٦٧٪ من وقته الكلي .

أما إذا كان معدل وصول العملاء أكبر من طاقة وحدات الخدمة فإن خط الانتظار سوف يتكون .

لكي ندخل بعض التقييدات في مثلنا هذا ، نفرض أن معدل وصول العملاء لطلب الخدمة غير مؤكد ( Uncertain ) بمعنى أنه في بعض الأحيان يكون أكثر من ٤ وفي البعض الآخر يكون أقل من ٤ . هنا نرغب في معرفة وقت الانتظار المتوقع .

$$\text{وقت الانتظار المتوقع} = \frac{\text{معدل التفتيل المتوقع}}{\text{طاقة وحدات الخدمة}}$$

$$= \frac{6 \div 4}{4} = \frac{1}{4} \text{ ساعة}$$

وبلاحظ أن زيادة طاقة وحدات الخدمة سوف يؤدي إلى تقليل وقت الانتظار المتوقع مثلاً إذا زاد عدد العاملين في الورشة إلى ٤ أشخاص فإن

$$\text{وقت الانتظار المتوقع سيكون} = \frac{8 \div 4}{8} = \frac{1}{16} \text{ ساعة}$$

نفرض في هذه المكلة :

١ - أجر العامل في الورشة (وحدة الخدمة) عبارة عن ٦٠ قرشاً في الساعة .

٢ - تكاليف انتظار القسم الإنتاجي حين -صوله على الخدمة عبارة عن ١٤,٤ جنيهات في الساعة ( هذه التكاليف ناتجة عن الخسارة من توقف الإنتاج في القسم الإنتاجي ) .

المطلوب تحديد مستوى الخدمة الأمثل في الورشة (عدد العاملين في الورشة) .

المجموع الآتي يعبر عنه المشكلة ويقسم بعض الحلول :

مستوى الخدمة (عدد العاملين في الورشة)	طاقة قسم الخدمة في الساعة	عدد التفرغ وسرور لطالب الخدمة	عدد العمل المتوقع لميل بالساعة	تكاليف الانتظار بالجنيه	تكاليف مستوي الخدمة بالساعة	إجمالي التكاليف المنتجة بـجـل الانتظار بالساعة
٢	٦	٤	٦	١٦	١٨	٣٤
٤	٧	٤	٦	٩	٣٤	٣٣
٥	١٠	٤	٦	٥٧٦	٢٠	٣٥٧٦

ويلاحظ من هذا المثال أن الحل الأمثل هو اختيار مستوى الخدمة الذي عنده التكاليف الكلية أقل ما يمكن وهو تشغيل ٤ عمال في الورشة .

طاقة قسم الخدمة في الساعة = عدد العاملين في الورشة  $\times$  الوقت المطلوب للخدمة عميل واحد بواسطة العامل .

تكاليف الانتظار = وقت الانتظار المتوقع  $\times$  تكاليف انتظار القسم الإنتاجي .

تكاليف مستويات الخدمة = عدد العاملين في الورشة  $\times$  أجر العامل في الساعة .

### حل مشاكل الانتظار بأسلوب المحاكاة :

لنعود إلى المثال السابق الخاص بتفريغ السيارات المحملة بشحنات قطع النيار وفيه قنا بتحديد :

١ - الاحتمالات المختلفة لوصول السيارات المحملة كما يلي :

عدد السيارات المحملة	١	٢	٣	٤	٥
الاحتمال	١٥ %	٢٥ %	٢٥ %	٢٠ %	١٥ %

٢ - الوقت المطلوب لتفريغ سيارة واحدة بواسطة عامل واحد هو ساعة ( معنى ذلك أن تفريغ سيارة واحدة بواسطة عاملين سيكون نصف ساعة ) .

( كذلك فإن ٣ عمال يستطيعون تفريغ ٣ سيارات في الساعة )

لتحديد الوضع الأمثل لمستوى الخدمة ( عدد العاملين في قسم التفريغ ) يكون بصل نموذج محاكاة المهكلة فثلا التبسيط يمكن عمل نموذج يمثل ٢٠ ساعة عمل بالنسبة لقسم التفريغ كما هو مبين في الجدول الآتي :

الساعة	الأرقام	عدد السيارات المتوقفة (الحاكة)	عدد السيارات الفعلية	مستوى الخدمة	عدد السيارات تحت التفريغ	وقت الانتظار	تكاليف الانتظار بالجنيه
صفر	٢٥	١	٣	٣	٢	٢	صفر
١	٨٦	٤	٤	٣	٢	١	صفر
٢	٧٨	٢	١	٣	٢	١	١٠
٤	١٦	١	٢	٣	٢	صفر	صفر
٥	٥	صفر	صفر	٣	صفر	صفر	صفر
٦	٤٤	٢	٢	٣	٢	صفر	صفر
٧	٩٦	٥	٥	٣	٣	٢	٢٠
٨	٧٣	١	٣	٣	٣	صفر	صفر
٩	١٧	١	١	٣	١	صفر	صفر
١٠	٩٢	٤	٤	٢	٢	١	١٠
١١	٩	صفر	١	٢	١	صفر	صفر
١٢	٧	صفر	صفر	٢	صفر	صفر	صفر
١٣	٦٣	٢	٢	٢	٢	صفر	صفر
١٤	٩٦	٥	٥	٣	٣	٢	٢٠
١٥	١٨	٣	٣	٣	٢	صفر	صفر
١٦	٤	صفر	صفر	٢	صفر	صفر	صفر
١٧	٩٤	٤	٤	٣	٣	١	١٠
١٨	٥٣	٢	٣	٢	٢	صفر	صفر
١٩	٩١	٤	٤	٣	٣	١	١٠
٢٠	٤١	٢	٣	٢	٢	صفر	صفر
				٦٠	٤٤		٩٠

$$\text{معدل التفصيل} = \frac{٤٤}{٢ \times ٢٠} = ١.١$$

### مثال :

نفرض أن نظام العمل في قسم الإمداد المركزي في إحدى المصانع يتم على أساس مبدأ خدمة النفس Self Service . طبقاً لهذا النظام يقوم كل من هو في حاجة إلى أدوات كتابية ، مهمات إدارية إلخ في تجميع بنفسه هذه المواد والمهمات على أن يراجع هذه الاحتياجات أمين المخزن وذلك بفرض ضبط التكاليف وتوزيعها على الإدارات والأقسام التي قامت بسحب مواد أو مهمات من هذا المخزن .

ولقد وجد ما يلي :

١ - أنه في المتوسط في خلال ساعة زمن واحدة ، يصل ٢٥ موظف لكي يجمعوا احتياجاتهم من المواد والمهمات الإدارية .

٢ - أن أمين المخزن يحتاج إلى دقيقتين وذلك لمراجعة ماتم تجميعه من مواد ومهمات إدارية بواسطة موظف واحد .

سم عبارة عن متوسط معدل وصول العملاء طالي الخدمة

Mean Customer arrival rate

و عبارة عن متوسط معدل الخدمة ( طاقة الخدمة المطلوبة لخدمة

معدل واحد ) Mean service rate

هنا م = ٢٥ عميل في الساعة

و = ٦٠ ÷ ٢ = ٣٠ عميل في الساعة .

وذلك لأن العميل الواحد ( الموظف الواحد الذي آى لأخذ احتياجاته من المواد والمهمات الإدارية ) يحتاج إلى دقيقتين للمراجعة من جانب أمين المخزن . وبالتالي في الساعة الواحدة يستطيع أمين المخزن مراجعة المهمات التي تم تجميعها بواسطة ٣٠ موظف .

متوسط عدد العملاء ( الموظفين ) المنتظرين لكي يأتي دورهم في عملية المراجعة بواسطة أمين المخزن أو فعلاً تم المراجعة عليهم عبارة عن :

$$\frac{م}{و - م}$$

$$٠ = \frac{٢٥}{٢٥ - ٣٠} =$$

متوسط وقت الانتظار العميل الواحد

$$\frac{١}{م - و} =$$

$$\frac{١}{٢٥ - ٣٠} =$$

$$\frac{١}{٥} \text{ ساعة أو } ١٢ \text{ دقيقة}$$

معدلات استخدام مركز الخدمة ( هنا مركز الخدمة عبارة عن أمين الخزنة )

$$\frac{م}{و} =$$

$$\frac{٢٥}{٢٠} =$$

$$\frac{٥}{٤} =$$

$$٨٢\% =$$

من ذلك أن أمين الخزنة يكون مشغولاً فقط ٨٢٪ من وقته الكلي .  
ولكن نقوم بحساب التكلفة اليومية لنظ الانتظار في هذا الموقف نلاحظ  
أن هناك نوعين من التكلفة :

- ١ - تكلفة أمين الخزنة الذي يعمل في قسم الإمداد ولنفرض أنه يعمل ٨ ساعات يومياً وأن ساعة العمل الواحدة تكلف المصفاة ٥٠ قرش .

١. — تكلفة أمين المخزن في اليوم  $= ٨ \times ٥٠ = ٤٠٠$  قرش

٢. — تكلفة الوقت الضائع الذي يقضيه أى موظف يحضر إلى قسم الامداد في الانتظار لحين مراجعة ما قام بنجيمه من مهمات .

لتفرض أن أجر العامل أو الموظف في الساعة عبارة عن ٧٠ قرش . وبالتالي فإن تكلفه انتظار الموظف الواحد عبارة عن  $٧٠ \times \frac{1}{4}$  هنا  $\frac{1}{4}$  تمثل وقت انتظار الموظف الواحد في الساعة أى ١٧ دقيقة .

$$٧٠ \times \frac{1}{4} = ١٧.٥ \text{ قرش}$$

ولما كان في المتوسط يتوافد ٢٥ موظف وعامل في الساعة وأن عدد ساعات العمل اليوم عبارة عن ٨ ساعات فإن متوسط عدد العمال الذين يتوافدون في اليوم عبارة عن :

$$٢٥ \times ٨ = ٢٠٠ \text{ عامل}$$

وبالتالى فإن التكلفة اليومية للانتظار فيما يتعلق بالوقت الضائع للعمال ( العمال والموظفين الذين يتوافدون يطلب احتياجاتهم من قسم الامداد ) عبارة عن :

$$٢٠٠ \times ١٧.٥ = ٣٥٠٠ \text{ قرش}$$

وبالتالى فإن التكلفة الكلية للانتظار في قسم الانداد المركب عبارة عن مجموع :

١ — تكلفة أمين المخزن اليومي ( تكلفة مراكو الخدمة ) .

٢ — تكلفة الوقت الضائع في الانتظار بخصوص العملاء طالبي الخدمة .

$$\text{أى } ٤٠٠ + ٣٥٠٠ = ٣٩٠٠ \text{ قرش .}$$

$$= ٣٩ \text{ جنيها .}$$

ويلاحظ أن التحليل السابق لا يأخذ في حسبان الوقت الذي يقضيه كل عامل في عملية تجميع احتياجاته من المواد والمهمات الادارية حيث أن هذا

الوقت يمد مستقلاً Independent عن الوقت الخاص بحظ الانتظار الذي يتعلق بعملية المراجعة فقط .

وقد تلاحظ الإدارة أن الوقت المهي بقضيه الموظف لكي يحصل على احتياجاته من المهمات الإدارية طويلاً وفي مثلنا هذا عبارة عن ١٢ ساعة أى ١٢ دقيقة خصوصاً وأن تكلفه الوقت الضائع بواسطة هؤلاء العاملين عبارة عن سبعة أمثال تكلفه أمين المخزن .

$$٧ \text{ مرات} = \frac{٢٨٠٠}{٤٠٠}$$

لاصلاح هذا الموقف أمامنا طريقتين :

١ - إجراء تعديلات في عملية المراجعة من شأنها تزييد من سرعه إتمام هذه العملية نفسها وذلك بتعيين أمين مخزن أكثر كفاءة أو بإلقاء جزء من عملية المراجعة على عاتق العمال أنفسهم مثل ملائمة التذاوج والسجلات ، أو عن طريق جعل عملية المراجعة أوتوماتيكية .

٢ - تعيين أكثر من أمين مخزن في قسم الامداد المركزى .

لنفرض أنه تم تعديل نظام المراجعة بأن يكون نظام أوتوماتيكي وذلك أدى إلى أن يستطيع أمين المخزن أن يقوم بخدمه ٦٠ عميل في الساعة الواحدة . أى يستطيع أمين المخزن أن يقوم بمراجعة احتياجات ٦٠ موظف في الساعة الواحدة .

$$أى \quad ٦٠ = ٧$$

وبالتالى فإن :

$$\text{متوسط عدد العاملين المنتظرين} = \frac{٢٥}{٢٥ - ٦٠}$$

$$\frac{٥}{٧} = \frac{٢٥}{٢٥} =$$

$$= ٧, \text{ عامل}$$

$$\frac{1}{٧ - ٣} = \text{متوسط وقت الانتظار العامل الواحد}$$

$$\frac{1}{٢٥ - ٦٠} =$$

$$\frac{1}{٣٥} = \text{ساعة}$$

$$١,٧ = \frac{٦٠}{٣٥} = \text{دقيقة}$$

$$\frac{٣}{٧} = \text{معدل استخدام وقت أمين المخزن}$$

$$\frac{٢٥}{٦٠} =$$

$$= ٤١\%$$

$$= ٤٠٠ \text{ قرش} \text{ تكلفه أمين المخزن في اليوم}$$

$$\frac{1}{٣٥} \times ٧٠ = \text{تكلفه الوقت الصالح العامل الواحد}$$

$$= ٢ \text{ قرش}$$

$$\text{تكلفه الوقت الصالح العاملين في اليوم}$$

$$= ٢ \times ٢٠٠ =$$

$$= ٤٠٠ \text{ قرش}$$

$$= ٤٠٠ + ٧٠٠ = \text{تكلفه الانتظار الكلي} \text{ قرش}$$

ونفرض أن المعدات التي تم استخدامها وذلك لجعل عملية المراجعة  
أوتوماتيكية تكلف في اليوم ٥٠٠ قرش فإن متوسط التكلفة اليومية الكلي  
المعطى هذا الموقف ما يلي :

(١) أجر أمين المخزن .

(٢) تكلفة الوقت العائى العاملين وذلك بسبب انتظارهم لإتمام المراجعة

(٣) تكلفة المعدات المستخدمة لإصراع عملية المراجعة .

أى  $٤٠٠ + ٤٠٠ + ٥٠٠ = ١٣٠٠$  قرش

$= ١٣$  جنيهًا .

وبالتالى فإن التحول إلى نظام أوتوماتيكى أدى إلى وفر قدره ١٩ جنيهًا

(٢٢ - ١٣)

تطبيق ٥ تنظيم الارشيف فى إحدى الجامعات .

تأخذ إحدى الجامعات بنظام الارشيف المركزى وبمختصوم عملية استلام  
المراسلات المطلوب تصديرها، واسطة العاملين فى الكليات المختلفة يتم العمل  
كالتالى :

١ - يقوم العاملين فى الكليات المختلفة بتسليم المراسلات المطلوب تصديرها  
جهاز خارجية إلى إدارة الارشيف المركزية بالجامعة .

٢ - يقوم موظف الارشيف بالإدارة المركزية باستلام ومراجعة  
المراسلات المطلوب تصديرها ويحتاج ذلك ١٠ دقائق فى المتوسط لمراجعة  
مراسلات أى موظف يأتى إلى إدارة الارشيف .

٣ - يحضر فى المتوسط فى الساعة الواحدة ٢٠ موظف وذلك لتسليم  
مراسلاتهم بنيت تصديرها خارج الجامعة .

٤ - أجر موظف الارشيف فى الساعة عبارة بمحسون قرشاً ومدة العمل  
الجوى عبارة عن ٨ ساعات .

٥ - متوسط أجر العامل أو الموظف الذى يقد إلى إدارة الارشيف فى  
الساعة عبارة عن ٩٠ قرش .

### الحل :

متوسط معدل وصول العملاء (م) = ٢٠ عامل أو موظف

متوسط معدل الخدمة (و) =  $\frac{٦٠}{١,٥}$  = ٤٠ عامل أو موظف

متوسط عدد العاملين المتناظرين  $= \frac{م}{و - م}$

$$١ = \frac{٢٠}{٢٠ - ٤٠} =$$

متوسط وقت الانتظار للمل الواحد =  $\frac{١}{و - م}$

$$\frac{١}{٢٠} = \frac{١}{٢٠ - ٤٠} =$$

$$٣ = \text{دقائق}$$

معدل استخدام مركز الخدمة  $= \frac{م}{و}$

$$\frac{٢٠}{٢٠} =$$

$$١٠٠\% =$$

تكلفة موظف الارشيف في اليوم =  $٨ \times ٥٠ = ٤٠٠$  قرش

تكلفة الوقت الضائع للعامل الواحد =  $\frac{١}{٢٠} \times ٦٠ = ٣$  قروش

متوسط عدد العمال الذين يفقدون لإدارة الارشيف في اليوم

$$١٦٠ = ٢٠ \times ٨ =$$

تكلفة الوقت الضائع في اليوم =  $٣ \times ١٦٠ = ٤٨٠$  قرش

التكلفة الكلية للانتظار في الموقف

$$٤٠٠ + ٤٨٠ =$$

$$٨٨٠ = \text{قرش}$$

فإذا وجدت الإدارة أن هذه التكلفة مرتفعة وفكرت في إمداد موظف الارشيف بماكينه وذلك الإسراع في عملية تسلم المراسلات من موظفي السكليات المختلفة . هذه الماكينة سوف تقوم بتخفيض وقت تسلم المراسلات بواسطة موظف الارشيف بمقدار الثلث وأن تكلفتها اليومية عبارة عن خمسون قرش . هل تصح الإدارة بشراء هذه الماكينة واستخدامها ؟

متوسط معدل وصول الصلا - ( م ) = ٢٠

متوسط معدل الخدمة ( و ) =  $\frac{٦٠}{١} = ٦٠$

متوسط عدد العاملين المنتظرين =  $\frac{٢}{٢ - ١}$

$\frac{١}{٢} = \frac{٢٠}{٢٠ - ٦٠} =$

مقرصط وقت الانتظار الممبل =  $\frac{١}{٢ - ١}$

$\frac{١}{٦٠} = \frac{١}{٢٠ - ٦٠} =$

دقيقة ١,٥ =

معدل استخدام مركب الخدمة =  $\frac{٢}{١}$

$\frac{١}{٣} = \frac{٢٠}{٦٠} =$

٪ ٣٣  $\frac{١}{٣} =$

تكلفة موظف الارشيف في اليوم = ٨ × ٥٠ = ٤٠٠ قرش

تكلفة الوقت الضائع الممبل الواحد =  $\frac{١}{٦٠} \times ٦٠ = ١,٥$  قرش

( ١٥ م - بحوث )

$$\begin{aligned}
 & \text{متوسط عدد العملاء في اليوم} = ٨ \times ٢٠ = ١٦٠ \text{ عميل} \\
 & \text{تكلفة الوقت الضائع في الضائع} = ١٦٠ \times ١,٥ = ٢٤٠ \text{ قرش} \\
 & \text{التكلفة الكلية للانتظار في الموقف الجديد} \\
 & = ٤٠٠ + ٢٤٠ = ٦٤٠ \text{ قرش} \\
 & \text{مقدار الوفرة} = ٨٨٠ - ٦٤٠ = ٢٤٠ \text{ قرش} \\
 & \text{مقدار الوفرة الصافي} = ٢٤٠ - ٥٠ \text{ (تكلفة الماكينة في اليوم)} \\
 & = ١٩٠ \text{ قرش}
 \end{aligned}$$

### تطبيق

المطلوب المقارنة بين نظم التفصيل الآتية في إحدى المصانع في غزن المهيات  
الإدارية واختيار أنسب هذه النظم :

- ١ - متوسط معدل وصول العملاء في الساعة = ١٠ عامل
- ٢ - أجر عامل المخزن ٣٠ قرش في الساعة
- ٣ - أجر عامل التفصيل ٥٠ قرش في الساعة
- ٤ - عدد ساعات تفصيل المخزن ٤ ساعات فقط في اليوم
- ٥ - نظم التفصيل المقررة :

(١) استخدام عامل غزن عادي أجره اليومي ١٢٠ قرش ومتوسط الوقت الذي يحتاجه لخدمة أي عميل عبارة عن ٥ دقائق.

(ب) استخدام عامل غزن ممتاز أجره ١٨٠ قرش ومتوسط الوقت الذي يحتاجه لخدمة أي عميل عبارة عن ٣ دقائق.

(ج) استخدام عامل غزن عادي وتزويده بماكينة تساعد على تخفيض الوقت الذي يحتاجه لخدمة أي عميل إلى ٣ دقائق. تكلفة هذه الماكينة في اليوم عبارة عن جنهاين.

(د) استخدام عامل غزن ممتاز وتزويده بهذه الماكينة التي تساعد على تخفيض الوقت الذي يحتاجه لخدمة أي عميل إلى دقيقة واحدة فقط.

هل يختلف القرار إذا كان معدل وصول العملاء إلى مخزن قطع النيار عبارة  
عن ٨ عمال في الساعة .

تطبيق :

قسم الحوادث في إحدى المستشفيات يمكنه على أكثر تقدير من استيعاب  
خمسة مرضى . يصل المرضى في عربات الإسعاف بمعدل ٤ في الساعة . يستطيع  
الطبيب النومي هذا القسم أن يعالج ٥ مرضى في الساعة . أي مريض يزيد عن  
ذلك يتم توجيهه إلى مستشفى آخر .

المطلوب تحديد :

١ — متوسط عدد المرضى المنتظرين أن يراهم الطبيب .

٢ — متوسط وقت انتظار المريض .

## تطبيقات

### تطبيق ١ :

في الجدول الخاص بأسلوب المحاكاة المطلوب إعادة الجدول على أساس تشغيل  
٢ عمال في قسم التفريغ بدلاً من ثلاثة وبالتالي المطلوب حساب :

#### أولاً :

- ١ - متوسط تكاليف الانتظار في الساعة .
- ٢ - تكاليف مستوى الخدمة .
- ٣ - التكاليف الكلية المتعلقة بالانتظار .

#### ثانياً :

- ١ - كثافة التشغيل في حالة استخدام عدد ٢ عمال في قسم التفريغ .
- ٢ - وقت الانتظار المتوقع لعميات الوردى .

### تطبيق ٢ :

في الجدول السابق المطلوب إعادة بناء الجدول على أساس تشغيل ٤ عمال في  
قسم التفريغ بدلاً من ثلاثة والمطلوب حساب .

#### أولاً

- ١ - متوسط تكاليف الانتظار في الساعة .
- ٢ - تكاليف مستوى الخدمة .
- ٣ - التكاليف الكلية المتعلقة بالانتظار .

### ثانياً :

- ١ - كثافة التفتيش في حاله استخدام ٤ عمال في قسم التفريغ .
- ٢ - وقت الانتظار المتوقع .

### تطبيق : ٢

أحد المصانع لديه ورشة لإصلاح الماكينات المختلفة الخاصة بمختلف الآلات الإنتاجية ومن الصعب التنبؤ بعدد الماكينات التي تحتاج إلى إصلاح والله وجد من واقع الخبرة الماضية بالمصنع مايلي :

- ١ - عدد واحتياجات الطلب على خدمة هذه الورشة كما يلي في اليوم :

عدد الماكينات	صفر	١	٢	٣	٤
الاحتمال	١٠٪	٥٠٪	٧٠٪	٥٠٪	٢٠٪

- ٢ - يحتاج عامل الورشة إلى ١٠ يوم لإصلاح ماكينة واحدة .

- ٣ - أجر عامل الورشة ٩٠ قرشاً في اليوم .

٤ - الخصاصة الناتجة عن تعطيل الماكينة في اليوم عبارة عن ٢٠٠ جنيهه  
المطلوب تصوير جدول يمثل التكاليف المرتبطة بخطط الانتظار على أساس بناء نموذج ( محاكاة ) لعشرين يوم عمل مع افتراض أن هذه الورشة يعمل فيها عاملين فقط .

حل الوضع يختلف إذا كان هناك ٢ عمال يعملون في الورشة ؟

المطلوب حساب معدل التفتيش في الأوضاع التي فيها يعمل عاملين أو ثلاثة عمال في الورشة .

### تطبيق : ٤

يسمى المشرفين في عتبر الإنتاج لشركة التجارة الفول والنسيج من صناع جزء كبير من وقتهم اليوم وذلك في انتظارهم أمام عيون صرف قطع الغيار .

لجأت إليك هذه الشركة لكي تنصحبهم بخصوص إمكانية تنظيم العمل وحل هذه المشكلة في ضوء هذه البيانات المتاحة كما يلي :

- ١ - يعمل في مخزن قطع الغيار فئتان من أمناء المخازن .
- ٢ - عدد المشتريين الذين يحضرون يوميا المخزن مصرف قطع الغيار عبارة عن عشرين مشرفاً .
- ٣ - متوسط الوقت الفاصل بين طلبات مصرف قطع الغيار في الساعة عبارة عن خمس دقائق .
- ٤ - عدد طلبات مصرف خلال الشهر عبارة عن ١٥٠ طلب .
- ٥ - وقت أداء الخدمة وعدد المرات التي يتكرر فيها كل وقت .

عدد الدقائق	التكرار
٨	١٥
٩	٣٠
١٠	٤٥
١١	٦٠

#### تطبيق ٥ :

المطلوب مستخدماً أسلوب خطوط الانتظار تحديد عما إذا كان من الأنسب توظيف أمين مخزن واحد فقط أو عدد اثنين من أمناء المخازن في مخزن مصرف قطع الغيار التي قد تحتاجها الأقسام الصناعية الأربعة لإحدى الشركات الإنتاجية في ضوء المعلومات الآتية .

- يحتاج أمين المخزن في المتوسط إلى ساعة عمل وذلك لخدمة أي قسم إنتاجي .
- تكلفة انتظار أي قسم إنتاجي في الساعة الواحدة لمن الحصول على قطع الغيار اللازمة عبارة عن ٢٥ ج .
- أجر أمين المخزن في الساعة قدره جنيهان .

— من ملاحظة ورود الأقسام الصناعية مخزن قطع التيار في الماضي عن محسنة ساعة عمل تبين أن عدد الأقسام الصناعية التي تعمل في ساعة زمن واحدة يتراوح ما بين قسم واحد أو الأربعة مجتمعة كما يلي :

الأقسام الصناعية	التكرار
طالبة قطع التيار	
قسم واحد	٥٠
٢	١٠٠
٣	١٥٠
٤	٢٠٠
	—
	٥٠٠

— الأعداد العددية المسحوبة المثلة للفترة ساعات عمل المسكونة نموذج المحاكاة وذلك للعديد عدد أثناء المخازن كما يلي :

٥ ٦ ٨ ٦ ٥ ٤ ٦ ٢ ٧ ٢

( امتحان مايو ١٩٧٩ )

### تطبيق ٦ :

أحد المصانع لديه مخزن لخدمة الإقنعام الإنتاجية ولإليك البيانات الخاصة بذلك :

١ — المخزن به عدد ٣ أمناء مخازن ويحتاج أمين المخزن الواحد إلى ساعة واحدة لخدمة أى قسم إنتاجى .

٢ — أجر أمين المخزن فى الساعة ٣ جنيهات .

٣ — الخسارة الناتجة عن انتظار أى قسم إنتاجى لمدة ساعة واحدة عبارة عن ٢٥ جنيهات .

٤ — العدد والاحتمالات المتماثلة بمدلات صرفت قلع القبار فى الماضى فى ساعة معينة كالآتى :

العدد	١	٢	٣	٤	٥
الاحتمال	١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٢٠٪	٢٠٪

٥ — الأرقام العدوائية المسحوبة كالآتى التى تمثل نموذج المحاكاة لعشرة

ساعات ما يلى : ٤ ٦ ٩ ١ ٥ ٤ ٨ ٤ ٢ ٧

### المطلوب :

١ — حساب متوسط التكلفة فى هذه الحالة .

٢ — إذا كان عدد أمناء المخازن ٣ أمناء .

هل هذا الوضع سيكون أفضل من الوضع السابق أم لا ؟

### القرن رقم (٧) :

أحد المصانع لديه عتقون لخدمة الأقسام الإنتاجية وإليك البيانات الخاصة بذلك :

١ - تخطيط مستوى الخدمة بحيث يتناسب مع مستوى لاطلب عليها .

٢ - يحتاج أمين المخزن إلى ساعة واحدة لخدمة أى قسم إنتاجى وأجره فى الساعة ٣ جنيهات .

٣ - الخسارة الناتجة من انتظار أى قسم إنتاجى لمدة ساعة واحدة عبارة عن ٢٥ جنيه .

٤ - العدد الاحتمالات المتعلقة بهملوات صرفت قطع الضيار فى الماضى فى ساعة معينة كالآتى :

المصدر :

٥      ٤      ٢      ٢      ١

الاحتمال

$\frac{1}{10}$      $\frac{1}{40}$      $\frac{1}{30}$      $\frac{1}{40}$      $\frac{1}{20}$

٥ - العدد الفعلى لأقسام الإنتاج فى ١٠ ساعات كالآتى :

٢    ٤    ٤    ٢    ٢    ٢    ٢    ٢    ٤    ٤

٦ - الأرقام المعرفية المسحوبة كالآتى المثلثة لثمرة ساعات تالية :

٤    ٦    ٩    ١    ٥    ٤    ٨    ٤    ٢    ٧

المطلوب :

حساب متوسط التكلفة ؟

التمرين رقم ( ٨ ) :

أحد المصانع لديه مخزن لخدمة الأقسام الإنتاجية :

والتيك البيانات الخاصة بذلك :

١ - مستويات الخدمة ٣ أماناء .

أو ٤ أماناء .

أو ٥ أماناء .

ويستطيع أمين المخزن الواحد خدمة القسمين ( ٢ قسم ) في الساعة .

٢ - أجر أمين المخزن في الساعة ٢ جنيه .

٣ - عدد الأقسام الإنتاجية المتوقع وصولهم لطلب الخدمة في الثلاث ساعات ٤ أقسام .

٤ - تكلفة الانتظار / ساعة ١٤٤ جنيه .

المطلوب :

اختيار مستوى الخدمة المناسب .

حل تمرين رقم (٦) :

(١) التخصيص

الأعداد الطبيعية ١	٢ ٢	٦ ٥ ٤	٨ ٧	٩ صفر
الاحتمالات : ١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٢٠٪	٢٠٪
عدد الأقسام : ١	٢	٣	٤	٥

(٢) حساب متوسط التكلفة في حالة ٢ أمناء مخازن :

الساعة	الأقسام المسحوبة	عدد أقسام المتوقع = الوقت الذي يحتاجه المسألة	وقت الحل	الأقسام تحت الخدمة	الانتظار	ت الانتظار	ت مركز الخدمة	ت الكلفة
١	٤	٣	٢	٢	١	٧٥	٦	٣١
٢	٦	٢	٢	٢	١	٧٥	٦	٣١
٣	٩	٥	٢	٢	٢	٧٥	٦	٨١
٤	١	١	٢	١	—	—	٦	٦
٥	٥	٣	٢	٢	١	٧٥	٦	٣١
٦	٤	٢	٢	٢	١	٧٥	٦	٣١
٧	٨	٤	٢	٢	٢	٥٠	٦	٥٦
٨	٤	٢	٢	٢	١	٧٥	٦	٣١
٩	٢	٢	٢	٢	—	—	٦	٦
١٠	٧	٤	٢	٢	٢	٥٠	٦	٥٦
						٣٠٠	٦٠	٢٦٠

$$\text{متوسط التكلفة} = \frac{\text{ت الكلفة}}{\text{عدد الساعات}} = \frac{260}{10} = \frac{26}{1} \text{ جنيه / ساعة}$$

(٣) حساب متوسط التكلفة في حالة (٣) أمناء مخازن :

ت الساعة	الأرقام المصرفية الحسوبة	عدد الأقسام = التوقع الوقت الذي يحتاجه الملاء	مستوى الخدمة	الأقسام تخصص الخدمة	الانتظار	ت الانتظار	ت مركز الخدمة	ت الكلية
١	٤	٣	٣	٢	١	١	٩	٩
٢	٦	٣	٣	٢	١	١	٩	٩
٣	٩	٥	٣	٢	٢	٥٠	٩	٩
٤	٦	١	٣	٢	١	١	٩	٩
٥	٥	٣	٣	٢	١	١	٩	٩
٦	٤	٣	٣	٢	١	١	٩	٩
٧	٨	٤	٣	٢	١	٢٥	٩	٩
٨	٤	٣	٣	٢	١	١	٩	٩
٩	٢	٢	٣	٢	١	١	٩	٩
١٠	٧	٤	٣	٣	١	٢٥	٩	٤
						١٠٠	٩٠	١٩٠

$$\text{متوسط التكلفة} = \frac{١٩٠}{١٠} = \frac{١٩}{١} \text{ ساعة}$$

القرار :

اختيار مستوى ٣ أمناء مخازن لأنه يحقق أقل تكلفة .

التمرين رقم (٧) :

(١) التخصيص

الأعداد الطبيعية ١	٢ ٢	٦ ٥ ٤	٨ ٧	٩ صفر
الاحتمالات ١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٢٠٪	٢٠٪
عدد الأقسام ١	٢	٣	٤	٥

(٢) حساب متوسط التكلفة :

الساعة	الأرقام المشوائية المحسوبة	عدد الأقسام الوقت الذي يحتاجه الفصل	الوقت الخدمة	عدد الأقسام النقل	الأقسام تحت الخدمة	الانتظار	الادخار	ت مركز الخدمة	ت الكلية
١	٤	٢	٢	٢	٢	—	—	٩	٩
٢	٦	٢	٢	٤	٣	١	٢٥	٩	٣٤
٣	٩	٥	٥	٤	٤	—	—	١٥	١٥
٤	١	١	١	٢	١	١	٢٥	٢	٢٨
٥	٥	٢	٢	٢	٢	—	—	٩	٩
٦	٤	٢	٢	٢	٢	—	—	٩	٩
٧	٨	٤	٤	٢	٢	—	—	١٢	١٢
٨	٤	٣	٢	٤	٣	١	٢٥	٩	٣٤
٩	٢	٢	٢	٤	٢	٢	٥٠	٦	٥٦
١٠	٤	٤	٤	٥	٤	١	١٥	١٢	٢٧
								٩٣	٢٤٢
							١٥٠		

$$\text{متوسط التكلفة} = \frac{٢٤٢}{١٠} = ٢٤,٢ \text{ جنيه / ساعة}$$

مستوى الخدمة	طاقة مركز الخدمة	عدد تسملا. التوقيع رسوم	معدل التشغيل = عدد التسملا. التوقيع $\times$ ١٠٠	رؤس الانظار التوقيع = معدل التشغيل طاقة مركز الخدمة	رؤس الانظار	مركز الخدمة	تكاليف
٣	٦	٤	$\% ٦٦,٦ = ١٠٠ \times \frac{٦}{٩}$	$\frac{٦}{٩} = ٢ \div \frac{٩}{٦}$ ساعة	$١٦ = \frac{١}{٩} \times ١٤٤$	٩	٢٥
٤	٨	٤	$\% ٥٠ = ١٠٠ \times \frac{٨}{١٦}$	$\frac{٨}{١٦} = ٨ \div \frac{١٦}{٨}$ ساعة	$٩ = \frac{١}{١٦} \times ١٤٤$	١٣	٧١
٥	١٠	٤	$\% ٤٠ = ١٠٠ \times \frac{١٠}{٢٥}$	$\frac{١٠}{٢٥} = ١٠ \div \frac{٢٥}{١٠}$ ساعة	$٥,٧٦ = \frac{١}{٢٥} \times ١٤٤$	١٥	٢٠,٧٦

تقرير :

اختيار مستوى ه أمنا. عازن لانه يحقق أقل تكلفة ممكنة.

## الباب الخامس

### المحاكاة



## الباب الخامس

### المحاكاة\*

#### The Simulation

يعد أسلوب المحاكاة إحدى الأساليب التي يمكن استخدامها في عمل التنبؤات واتخاذ القرارات . وفي الحقيقة أنه لكي نقوم بعمل تنبؤات سليمة ونحسن من قدرتنا في اتخاذ القرارات يمكن إتباع الوسائل الآتية :

#### ١ - الدخول في تجربة مباشرة مع الواقع العمل .

##### Experiment Directly With Reality

يتم ذلك عن طريق عمل تغييرات في عنصر أو أكثر من العناصر المرتبطة بالمعضلة موضع البحث ثم معرفة نتائج ذلك وبناء على نتيجة هذه التجربة يمكن تحديد القرار الأمثل .

#### ٢ - بناء نموذج يمثل الواقع

##### Construct a Model of the Reality

يتم بناء نموذج يمثل الواقع ( مثلاً قد يكون نموذج رياضي ) ثم بعد ذلك يمكن استخدام هذا النموذج في التنبؤ واختيار الحل الأمثل وذلك بطريقتين مختلفتين كما يلي :

##### ( أ ) حل النموذج عن طريق التحليل الرياضي Mathematical Analysis

##### ( ب ) الحصول على حلول تقريبية عن طريق المحاكاة .

بمعنى آخر يتم عمل تجارب في النموذج نفسه وذلك بإدخال تغييرات في عنصر أو أكثر من عناصر النموذج ثم ملاحظة وتسجيل النتائج وبعد هذا الاختلاف يتجسّد بين أسلوب المحاكاة والأسلوب الأول الفارق إليه سابقاً والذي يعتمد

---

\* Riggs and M. Inoue. Introduction to operations Research and Management Sciences. McGraw-Hill. USA. 1975.

على الدخول مباشرة في تجربة مع الواقع العمل . وبالتالي فإن أسلوب المحاكاة يقدم لنا عدة نتائج التي يمكن تقييمها بدقة وذلك لكي نعطي الأساس الذي بناه عليه يمكن التنبؤ واختيار الحل الأمثل .

وبلاحظ طبعاً أن أحسن أسلوب للتنبؤ واتخاذ القرارات هو التجربة مباشرة مع الواقع الحقيقي Reality . حيث أنه من المستحيل في النموذج أن يتم تمثيل جميع العوامل المؤثرة التي تؤثر على المشكلة وكذلك العلاقات بينهما . وبالتالي لا يوجد بديل معين لأسلوب الواقع الحقيقي حيث أن أسلوب الواقع الحقيقي يعطي نتائج قيمة وذلك إذا تم المقارنة مع أسلوب المحاكاة وذلك بتجربة البديل مع النموذج . غير أن التجربة المباشرة مع الواقع العمل الحقيقي قد نكون في بعض الأحيان مكلفة جداً أو أنها مستحيلة . وبالتالي فإنه قد يتم تجربة فقط بديل واحد في الواقع العمل الحقيقي وبالتالي لا يمكن الحصول على صورة حتمية من النتائج التي يمكن على أساسها اختيار الحل الأمثل أو التنبؤ بدقة .

وبالاضافة فيه فإن استخدام التحليل الرياضي يمكن من تجربة عناصر متعددة واختيار حلول متعددة . وبالتالي فإن التحليل الرياضي يعطي صورة كاملة متكاملة من نتائج تطبيق حلول متعددة وهذا مما لا شك فيه أفضل جداً من فقط تجربة حل واحد في الواقع الحقيقي ، ولكن بالرغم من أن التحليل الرياضي يمكن تمثيل الواقع العمل عن طريق المعادلات واللامعادلات والتوزيعات الاحتمالية غير أنه في كثير من الأحيان قد يعجز التحليل الرياضي في إيجاد الحل أو البديل الذي يأخذ في حسابه كل مكونات النموذج المتشابهة ، في هذه المواقف التي يعجز فيها التحليل الرياضي عن تقديم الحل الأمثل للنموذج فإن أسلوب المحاكاة . نتأيد العون في هذه المواقف ، ولقد زادت لأعلى أسلوب المحاكاة في حل النماذج وذلك باستخدام الحاسبات الالكترونية التي تستطيع أن تعالج الحاسبات المطلوبة لتطبيق أسلوب المحاكاة في أقل وقت ممكن ، كذلك يمكننا من إيجاد تعقيدات في النماذج .

وبالاضافة أن بالرغم من التقدم الهائل الذي حدث في أساليب التحليل

الرياضي إلا أن هذه الأساليب كلها ما خلف مكتنفة الأيدي في الأحوال التي  
تسود فيها العناصر التالية :

Uncertainty	١ - عنصر عدم التأكد
Time factors	٢ - عامل الوقت
Nonlinear Relationships	٣ - العلاقات الخطية

في هذا الفصل سوف نقوم بالتركيز على المرافف التي تسود فيها عنصر عدم  
التأكد وإيضاح عوامل الواسع .

### تمثيل عوامل عدم التأكد في النموذج :

#### Uncertainty Represented in the Model

لنفرض أنه لدينا ماكيتين ألف وبتعبئة بعض المنتجات (إحداثيات قديمة  
والأخرى بتديدة ) ويمكن استخدامهما في أب منتجات بعض المصانع قبل  
النزوح . الأول موديل ١٩٢٠ والثانية موديل ١٩٧٠ .

المشكلة التي تقابلها الإدارة هي اختيار إحدى هذه الآلات لتدنيها في ألف  
والتعبئة لفترة من الزمن - ويلاحظ أنه إن يكون هناك مشكلة إذا تم معرفة  
جودة المواد الخام التي تستخدم بواسطة هذه الآلات فإن الآلة الجديدة تكون  
أكثر كفاءة من الآلة القديمة إذا كانت الخامات من جودة جيدة . ولكن إذا  
كانت الخامات من النوع ذات الجودة المنخفضة فإن الآلة القديمة ستكون أكثر  
كفاءة من الآلة الجديدة وذلك لأنها إن تتوقف كثيراً بسبب عدم الاستيعاب  
الناعم للخامات بين أجزاء الآلة المتعددة .

المشكلة الرئيسية هنا هو أن القرار لا بد وأن يتم اتخاذه قبل معرفة درجة  
جودة المواد الخام التي سوف تستخدم في ألف وبتعبئة . لكل ماكينة طاقة  
إنتاجية في الساعة تختلف طبقاً لاختلاف جودة الخامات المستخدمة وبالتالي  
فإن الربح سوف يتأثر بسبب درجة جودة المواد الخام المستخدمة .

فإذا فرض أن البيانات التالية أمكن توافرها :

١ - في آخر إرسالية للمواد الخام كانت ٨٠٪ منها من جودة جيدة و ٢٠٪ من جودة رديئة .

٢ - في حالة استخدام الماكينة القديمة كان الربح عن الفترة ٢٠٠ جنيه إذا كانت الخامات من جودة جيدة ٦ ١٦٠ جنيه إذا كانت الخامات من جودة رديئة .

٣ - في حالة استخدام الماكينة الجديدة ، كان الربح عن الفترة ٢٤٠ جنيه إذا كانت الخامات من جودة جيدة ، ٨٠ ج فقط إذا كانت الخامات من جودة رديئة .

فإذا أعطيت المعلومات السابقة قبل تصح باستخدام الآلة الجديدة أو الآلة القديمة ؟

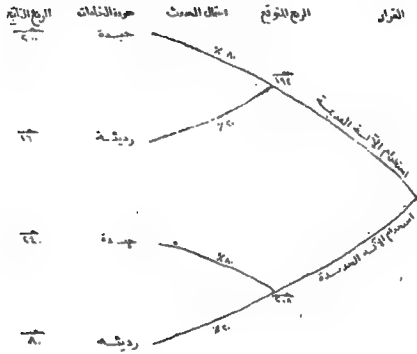
يلاحظ أن هذا المثال البسيط يمكن حله بواسطة استخدام أسلوب الاحتمالات وبالتالي قبل أن نبحث كيفية استخدام أسلوب المحاكاة في حل هذه المشكلة فإنه يفضل تطبيق أسلوب الاحتمالات وذلك للمقارنة بين نتائج التحليل الرياضي وأسلوب المحاكاة .

يلاحظ أن لدينا فقط بدليتين لحل هذه المشكلة :

١ - استخدام الآلة القديمة .

٢ - استخدام الآلة الجديدة .

ويمكن تمثيل هذه البدائل ( القرارات ) في شكل شجرة القرارات كما يلي :



يلاحظ أن المعيار الذي سوف يتم على أساسه اختيار الحل الأمثل للشركة هو مقدار الربح المتوقع Expected profit . ويشعر لفظ الربح المتوقع إلى متوسط الربح الذي يتحقق في ضوء احتمالات حدوثه والربح الناتج .

#### مثال لحساب المتوسط :

ويمكن الحصول على متوسط القيم الآتية بطريقتين :

القيم ١ ١ ١ ٢ ٦ ٦ ٦ ٦ ٦

الطريقة الأولى :

$$\bar{x} = \frac{10}{6} = \frac{1+1+1+2+6+6+6+6+6}{6} = \text{المتوسط}$$

الطريقة الثانية :

القيم الممكنة	التكرار المطلق	التكرار النسبي	القيم الممكنة $\times$ التكرار النسبي
١	٣	,٦٠	,٦٠
٣	١	,٢٠	,٦٠
٤	١	,٢٠	,٨٠
<hr/>			<hr/>
			٢,٠٠

وجدنا هنا المتوسط المتوقع عبارة عن ٢

وبالتالى فإن متوسط الربح المتوقع يساوى

احتمال حدوث الربح  $\times$  الربح + احتمال حدوث الربح  $\times$  الربح وهكذا

∴ الربح المتوقع في حالة استخدام الآلة القديمة

$$\frac{٣٠}{١٠٠} \times ١٦٠ + \frac{٨٠}{١٠٠} \times ٢٠٠ =$$

$$٢٢ + ١٦٠ =$$

$$١٩٢ \text{ جنيه}$$

٥ الربح المتوقع في حالة استخدام الآلة الجديدة

$$\frac{٣٠}{١٠٠} \times ١٨٠ + \frac{٨٠}{١٠٠} \times ٢٤٠ =$$

$$١٦ + ١٩٢ =$$

$$٢٠٨ \text{ جنيه}$$

وبالتالى فإن القرار سيكون اختيار تشغيل الماكينة الجديدة حيث أنها سوف تعطى أكبر ربح بالمقارنة مع الماكينة القديمة التى ستعطى ربح متوقع قدره ١٩٢ ج .

### تطبيق ١ :

إحدى المصانع التى تقوم بإنتاج الدراجات ترغب فى توسيع تسهيلاتها الإنتاجية ولكنها غير متأكدة هل تتوسع فى شكل إنشاء مصنع كبير أو فى شكل إنشاء مصنع صغير . وبعد السوق العامل الرئيسى الذى يحدد عمليه إنشاء مصنع صغير أو مصنع كبير والسوق قد يكون جيد أو عادى ولكن ذلك غير معروف فى وقت اتخاذ قرار التوسع فى القصبيلات الانتاجية .  
وبلاحظ أن :

١ - احتمال أن يكون السوق جيد عبارة عن ٥٠ ٪ .

٢ -  $\frac{1}{4}$  عادى و  $\frac{1}{4}$  عاى و  $\frac{1}{4}$  ٥٠ ٪ .

٣ - الربح المقدر عبارة عن ٥٠٠,٠٠٠ ج إذا تم بناء مصنع صغير وكان السوق جيد .

٤ - الربح المقدر عبارة عن ١٠٠,٠٠٠ ج إذا تم بناء مصنع صغير وكان السوق عادى .

٥ - الربح المقدر عبارة عن ٧٠٠,٠٠٠ ج إذا تم بناء مصنع كبير وكان السوق جيد .

٦ - الخسارة المقدرة عبارة عن ٢٠٠,٠٠٠ ج إذا تم بناء مصنع كبير وكان السوق عادى .

ما هو القرار الواجب اتخاذه ؟

### تطبيق ٢ :

مستثمر لديه أموال وأسامه ثلاثة أنواع من الأوراق المالية يمكن استثمار أمواله في أى منها . ويلاحظ أن موقف هذه الأوراق المالية في نهاية فترة زمنية معينة بعد تأمل قوى ومؤثر في عملية اختيار منفذ الاستثمار، هذا العنصر غير معروف في وقت اتخاذ القرار . غير أنه يمكن تقسيم الأوراق المالية طبقاً لموقفها السوق إلى تلك المساعدة أو الهابطة . ويمكن تقدير احتمالات المربوط ب ٤٠ ٪ واحتمالات الصعود ب ٦٠ ٪ .

الجدول الآتي يبين الربح المقدّر طبقاً لنوع الأوراق المالية واحتمالات المربوط أو الصعودة :

القرار	هبوط السوق	صعود السوق
الاستثمار في نوع ١	٩٠ ج	١٢٠ ج
الاستثمار في نوع ب	٨٠ ج	١٤٠ ج
الاستثمار في نوع ح	١٠٠ ج	١٠٠ ج

ما هو نوع الاستثمار الذي سيحقق أعلاه ربح ؟

### تطبيق ٣ :

لفرض أن الجدول الآتي يلخص الأرباح الناتجة من القرارات المختلفة كما يلي :

حادثه ١	حادثه ٢	حادثه ٣	
٥٦ ج	٢٠ ج	( ٥٠ ج )	قرار رقم ١
٢٠ ج	٦٠ ج	( ٥٠ ج )	قرار رقم ٢
صفر	٢٠ ج	١٠٠ ج	قرار رقم ٣
١٠ ج	٢٠ ج	٧٠ ج	قرار رقم ٤

### المطلوب :

- ١ - بناء شجرة القرارات .
- ٢ - تقدير الربح المتوقع إذا كانت الاحتمالات لحدوث الحوادث المختلفة كما يلي :

حادثة ١	الاحتمال ٥٠٪
حادثة ٢	الاحتمال ٣٠٪
حادثة ٣	الاحتمال ٢٠٪

- ٣ - تحديد الحل أو القرار الأمثل .

### استخدام أسلوب المحاكاة :

يحتاج الأمر لاستخدام أسلوب المحاكاة إلى عملية محاكاة حدوث الحوادث المرتبطة بالمشكلة موضع البحث . يمكن استخدام قطعة نقود فضية وذلك للحصول على مجموعة من المواقف . وبالتالي فإن لقاء العملة الفضية سوف يحدد نوع الحادثة التي يمكن أن تحدث . وهنا يتطلب الأمر تخصيص كل وجه من وجهي العملة بحادثة معينة .

ولنعود إلى المثال الذي تناولناه سابقاً بخصوص ماكينات الكاف والتعبئة وذلك لتوضيح كيفية استخدام أسلوب المحاكاة .

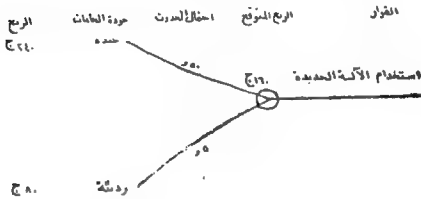
وإذا فرضنا أنه إذا ظهر نتيجة لقاء قطعة النقود الفضية ( الوجه العلوي ) العبرة فإن ذلك يمثل استلام خامات جيدة الجودة وأنه إذا ظهر الوجه الآخر لقطعة النقر فإن هذا يمثل استلام خامات رديئة الجودة .

ويمكن بيان ذلك في الجدول التالي :

### استخدام الآلة الجديدة

الحالات الممكنة	الربح الناتج	احتمال حدوث الحادثة	تخصيص وجوب قطعة النقود
خامات جيدة	ج ٢٤٠	٥٠	إذا ظهرت الصورة
خامات رديئة	ج ٨٠	٥٠	إذا ظهرت الكتابة

ويمكن تمثيل ذلك على شجرة القرار كما يلي :



هنا نبدأ في إلقاء قطعة النقود :

( ١ ) إذا فرض أن النتيجة كانت صورة معنى ذلك هو استلام خامات ذات جودة جيدة . وعندما يحدث ذلك مع قرار استخدام الآلة الجديدة فإن الربح الناتج سيكون ٢٤٠ ج .

( ٢ ) إذا فرض أن الإلقاء التالي لقطعة النقود نتج عنه ظهور الوجه الآخر وهو كتابة ، معنى ذلك استلام خامات ذات جودة رديئة وبالتالي فإذا كان القرار هو استخدام الآلة الجديدة فعنى ذلك أن الربح سوف يكون ٨٠ جنيهاً .

ويمكن تمثيل خمس رميات للقطعة النقود في جدول كما يلي :

الرياح الناتج (محاكاة الرياح)	جودة المحاكاة (محاكاة الجودة)	نتيجة إلقاء قطعة النقود
ج ٢٤٠	جيدة	الرمية الأولى : صورة
ج ٨٠	ردئية	الرمية الثانية : كتابة
ج ٨٠	ردئية	الرمية الثالثة : كتابة
ج ٨٠	ردئية	الرمية الرابعة : كتابة
ج ٢٤٠	جيدة	الرمية الخامسة : صورة

وبالتالى فإننا قنا بمحاكاة خمسة حوادث وأيضاً أربعاً بمصاحبة متوسط الرياح الذى تم محاكاته فإننا سوف نصل إلى متوسط الرياح كما يلى :

$$\frac{٢٤٠ + ٨٠ + ٨٠ + ٨٠ + ٢٤٠}{٥} = \text{متوسط الرياح}$$

$$\frac{٧٢٠}{٥} =$$

$$١٤٤ = \text{ج}$$

تلاحظ أن هذا الرقم قريب لمتوسط الرياح المتوقع الذى تم حساباه باستخدام أسلوب الاحتمالات (ج ١٦٠) وبماطبع كلما زاد عدد الحوادث التى تم محاكاتها كلما قل الانحراف بين الأرقام التى تنتج من استخدام أسلوب المحاكاة والأخرى التى تنتج من تطبيق الأساليب الرياضية الأخرى .

المحاكاة من طريق استخدام جداول الأعداد العشوائية :

يلاحظ أن استخدام قطعة النقود الغضبية لمحاكاة مجموعة من الحوادث يكون عشوياً فقط بمحادثتين واحتمالات متساوية . فإذا لزم الأمر محاكاة متوالت متعددة ذات احتمالات غير متساوية فإنه يمكن اللجوء إلى جداول الأعداد العشوائية كما هو مبين بالجدول التالي :

جدول الاعداد العشوائية

٧٦٩٢	٩٦٠٠	٢٥٠٩	٥٩١٥	٦٨٦٢	٦٧٤٤
٥٩٥٥	٢٨٢٥	٧٦٠٧	٩٦٠٨	٩١٦٠	٢٤١٦
٢٩١٦	٦١٨١	٧٨٦٢	٨٩٢٤	٨٢٨٠	١٧٢٩
٦٥٦٢	٥١٩٩	١٦٩٦	٨٨٧٢	٧٢٨٥	٢١٢١
٨٢٢١	٢٦١٢	٠٥١٨	٢٩٦٥	٤٥٨٢	٥٨٨٤
١٢٠١	٢٠٦٢	٤٤٠٤	٥٣٥٩	٥٥٩٦	١٦٩٤
٧٦٩١	٤٧٢٤	٩٦٩٤	٥١٦٦	٥١٤٧	٧٩٥٨
٧٠٨٢	٢٧٤٥	٢٢٥٢	٢٦٢٧	٠٩٩٢	٧٢١٤
٦٤٥٦	٦٥٢٧	١٧٩١	٦٧٢٦	١٢٩١	٥٤٢٢
٨٤٩٩	٨٨٧٨	٩٢٤١	٢٠٢٥	٤٠٩٢	٨٢٧٧

ويوزع الأمر تخصيص أرقام معينة لكل من الحادثتين :

( ١ ) تخصيص الأرقام ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ للمادة واستلام خامات  
جودة جيدة .

( ٢ ) تخصيص الأرقام ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ للمادة واستلام خامات  
ذات جودة رديئة .

ويلاحظ أن احتمال حدوث الحادثتين هو ٥٠٪ حيث أن احتمال حدوث  
أي رقم عبارة عن ١٠٪ .

استخدام الآلة الجديدة

الحوادث الممكنة الربح الناتج احتمال حدوث الحادثة الأرقام المستخدمة في المحاكاة

استلام خامات جيدة	ج. ٢٤٠	٥٠	٥٦٤٦٢٦٢٦١
استلام خامات مادية	ج. ٨٠	٥٠	٦٩٦٨٦٧٦٦ صفر

ولكن يقوم بعمل ٥ عشرة محاكاة ، فإن الأمر يتطلب سحب عشرة أرقام من جدول الأرقام العشوائية و ٢٠ بالبداية من الركن العلوي الأيمن للجدول كما يلي :

استخدام الماكينة الجديدة

الاحداث العشوائية المسحوبة	الحوادث التي تم محاكاتها	الربح الناتج الذي تم محاكاة
٦	خامات رديئة	٨٠
٢	• جيدة	٢٤٠
١	• •	٢٤٠
٣	• •	٢٤٠
٥	• •	٢٤٠
١	• •	٢٤٠
٧	خامات رديئة	٨٠
٧	• •	٨٠
٥	خامات جيدة	٢٤٠
٨	خامات رديئة	٨٠

$$\text{متوسط الربح} = \frac{1760}{10} = 176 \text{ جنيه}$$

إستخدام أسلوب المحاكاة في حالة عدم تساوي الاحتمالات :

نفرض أن احتمال استلام خامات جيدة عبارة عن ٨٠٪ وأن احتمال استلام خامات رديئة عبارة عن ٢٠٪ وبالتالي فإن تخصيص الأرقام سوف يختلف كما يلي :

الخامات الممكنة	احتمال الحدوث	تخصيص الأرقام
استلام خامات جيدة	٨٠٪	٨٦٧٦٦٦٥٥٤٦٢٦٢٦١
استلام خامات رديئة	٢٠٪	٩٦٦

وبعد ذلك يتم سحب عشرة أرقام من جدول الأعداد العشوائية . لنفترض أنه تم إختيار العمود الثاني من الركن العلوي الأيمن للجدول كما يلي :

الأعداد العشوائية	الخامات التي تم معالجتها	الربح الذي تم معالجته (استخدام الآلة الجديدة)	الربح الذي تم معالجته (استخدام الآلة القديمة)
-------------------	--------------------------	---	---

٧	خامات جيدة	٢٤٠	٢٠٠
٤	" "	٢٤٠	٢٠٠
٧	" "	٢٤٠	٢٠٠
١	" "	٢٤٠	٢٠٠
٨	" "	٢٤٠	٢٠٠
٦	" "	٢٤٠	٢٠٠
٩	رديئة	٨٠	١٦٠
٣	جيدة	٢٤٠	٢٠٠
٤	" "	٢٤٠	٢٠٠
٣	" "	٢٤٠	٢٠٠

متوسط الربح في حالة استخدام الآلة الجديدة

$$= \frac{٢٢٤٠}{١٠} = ٢٢٤ \text{ جنيه}$$

متوسط الربح في حالة استخدام الآلة القديمة

$$= \frac{١٩٦٠}{١٠} = ١٩٦ \text{ جنيه}$$

المحاكاة — تمثيل كلا من الوقت وحوامل عدم التأكد :

Simulation—Uuncertainty and Time both Represented

يلاحظ أن معظم مشاكل الواقع العملي تنسم بعدم وجود بيانات كافية عن المتغيرات المتعلقة بالمشكلة وأيضاً قد نجد أن لتغير الوقت أهمية كبيرة وبالتالي فإن تمثيل هذه العناصر في النموذج يقربنا كثيراً من المشاكل الحقيقية ، فبأنه بالطبع كلما تطابق النموذج مع الواقع الحقيقي كلما ازدادت درجة تعاقبه وكلما بالتالي صمدت به وسائل التحايل التقليدية المختلفة . هنا في هذه الحالات الأخيرة يقدم لنا أسلوب المحاكاة يد المعاونة . ونسكي نبين كيفية استخدام المحاكاة يفضل أن يبدأ بمحاكاة متعلقة بالتخزين وليست معقدة لدرجة كبيرة .

مثال :

لتفرض أن إحدى المنشآت ترضي من تصدير السكبة الاقتصادية والوقت المناسب لشراء إحدى الأصناف من الحامات التي تستخدمها في عملياتها الإنتاجية يلاحظ في المشاكل المتعلقة بالتخزين أنه يمكن تخفيض تكاليف التخزين ( إيجارات المخزن — أجور عمال المخازن — فائدة رأس المال المستثمر في المخزون — تكاليف التآكل — احتيالات التلف . . . الخ ) عن طريق شراء كميات صغيرة — إصدار عدد أوامر توريد . غير أن ذلك بالتالي سوف يؤدي إلى زيادة تكاليف التوريد نفسها وأيضاً قد يفوت على الماهرة فرصة الحصول خصم السكبة وأيضاً يريد من تكاليف التل حيث أن يمكن ذلك من نقل شحنات كبيرة أو مثلاً عربات كاملة وهكذا .

وبالتالى فإن هناك كثيراً من الاساليب السكية التى يمكن أن تأخذ فى حسابها تكاليف التخزين وتكاليف التوريد وبالتالى عن طريق حساب السكية الاقتصادية لشراء Economic order Quantity يمكن معرفة السكية التى عندها تتحمل المذهاء أقل تكلفة ممكنة . غير أن ذلك كله مرهون بمعرفة بدقة كافيته مقدار الطلب ، وبالتالى فإن أساليب التحليل الرياضى سوف تصجر من تقديم الحل إذا ما كان هناك عوامل عدم التأكد وحامل الرفع .

لنفرض أن الطلب على هذا الصنف يتذبذب كما يلى :

الطلب اليومى	الاحتمال
وحدة واحدة	١٠٪
وحدتان	٤٠٪
ثلاثة وحدات	٣٠٪
أربعة وحدات	٢٠٪

— تكاليف التخزين نصف جنيه للوحدة فى اليوم .

— تكاليف إعداد أمر التوريد ٦ جنيهات للأمر الواحد

— فترة التوريد يومان .

المطلوب تقدير السكية الاقتصادية ونقطة إعادة التوريد التى عندها تتحمل المذهاء أقل تكاليف ممكنة .

نقوم بعمل محاكاة لعملية التخزين لمدة ١٠ أيام كما يلى :

١ — طلب ٦ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها الوحدات السابق طلبها .

٢ — طلب ٩ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها الوحدات السابق طلبها .

٢ — طلب ١٢ وحدة عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها الوحدات السابق طلبها .

وبلاحظ أننا اكتفينا هنا فقط بثلاثة بدائل لإختبارها وأيضاً لنا يصل المحاكاة لمدة ١٠ أيام فقط . ومن المفروض طبعاً لزيادة كفاءة أسلوب المحاكاة في التنبؤ واتخاذ القرارات أن يتم اختيار بدائل متعددة وليس ثلاثة فقط وأن يتم محاكاة مائة يوم مثلاً بدلاً من عشرة أيام . عهد أنه نظراً لأننا ستقوم بعمل الحسابات بدون استخدام الحاسبات الالكترونية فقد اكتفينا بهذا المثال البسيط ولكن يمكن اتباع نفس الخطوات مع المشاكل الأخرى الأكثر تعقيداً .

مرحلة استخدام أسلوب المحاكاة :

١ — تخصيص الأرقام العشوائية لكل من كميات الطلب المختلفة كما يلي :

الطلب اليوى	الاحتمال	الأرقام العشوائية المخصصة
١	١٠٪	١
٢	٤٠٪	٠٦٤٦٢٦٢
٣	٣٠٪	٨٦٧٦٦٦
٤	٢٠٪	٦٦٩ صفر

٢ — بناء جدول كما يلي :

جدول الحاشية لمدة ١٠ أيام

الكميات المطلوبة	التقويم	أول اليوم	آخر اليوم	طلبه في اليوم السابق	طلبه منذ يومين	مكرر	معاكسة الطلب اليوم	الرقم المخصص إلى المسحوب	اليوم
٦		٥		٢			٤		١
				١			١		٢
				٢			٢		٣
				٢			٢		٤
				٢			٨		٥
				٤			٩		٦
				٢			٥		٧
				١			١		٨
				٢			٢		٩
				٢			٧		١٠

### محاكاة اليوم الأول Simulation of Day 1

في اليوم الأول الطلب الذي تم محاكاته Simulated demand عبارة عن وحدتين وذلك لأن الرقم المعطى الذي تم سحبه عبارة عن ؛ وهذا يقابل طلب وحدتين كما هو مبين في الجدول السابق ، فإذا كان المخزون في بداية اليوم الأول عبارة عن خمس وحدات فإن المخزون في نهاية اليوم الأول سيكون ٢ وحدات .

بعد ذلك يجب أن نحصل على كمية المخزون الذي سيكون متوافراً في اليوم الثاني ، يمكن حساب ذلك عن طريق جمع المخزون المتبقى في نهاية اليوم على الكمية التي تم طلبها منذ يومين ( حيث أن فترة التوريد كما عرفنا عبارة عن يومين ) . وبالتالي فإن المخزون الذي سيكون متاحاً في اليوم الثاني عبارة عن  $2 + 6 = 9$  وحدات .

بعد ذلك نجد أن المخزون الحالي في اليوم الأول مضافاً إليه الكميات السابق طلبها في اليومين السابقين يريد عن ٨ وحدات وبالتالي لن نقوم بطلب أى كميات في هذا اليوم .

في نهاية الجدول يوجد ثلاثة خلاطات :

(١) تكاليف التخزين عبارة عن تكاليف تخزين وحيدة واحدة

$$\times \text{ كمية المخزون} \quad ٩ \times ٥٠ = ٤٥٠ \text{ ج}$$

(ب) تكاليف إصدار أمر التوريد عبارة عن صفر لأنه لم يتم طلب أى

كميات في هذا اليوم = صفر

(ج) التكاليف الكلية عبارة عن حاصل جمع ١ + ب

$$= ٤٥٠ + \text{صفر} = ٤٥٠$$

يتم تكرار ذلك للأيام التالية وتفرغ هذه البيانات في جدول كما يلي :

اليوم	الرقم الشعراقي	الطلب	الخزونات واليوم	الخزونات باليوم	الحكمة المطلوبة في اليوم السابق	الحكمة المطلوبة منذ يومين سابقا
١	٤	٧	٥	٣	صفر	٦
٧	١	١	٩	٨	صفر	صفر
٢	٣	٧	٨	٦	صفر	صفر
٤	٣	٧	٦	٤	٦٠	صفر
٥	٨	٣	٤	١	صفر	٦
٦	٩	٤	٧	٣	٦	صفر
٧	٥	٢	٥	١	صفر	٦
٨	١	١	٧	٦	٦	صفر
٩	٧	٧	٦	٤	صفر	٦
١٠	٧	٣	١٠	٢	صفر	صفر



### المحاكاة اليوم الثاني: Simulation of Day 2

١ - يتم وضع مخزون أول اليوم وهو عبارة عن المخزون المتاح اليوم التالي في الهدف السابق في الجدول (٩ وحدات) .

٢ - ولما كانت احتياجات الإنتاج (الطلب) عبارة عن وحدة واحدة فإن المخزون في نهاية اليوم سوف يكون (٩ - ١) = ٨ وحدات .

٣ - ولما كان المطلوب من الموردين في اليوم السابق أو منذ يومين سابقين عبارة عن صفر فإن الكميات المتاحة اليوم التالي (اليوم الثالث) سوف تكون ٨ وحدات .

٤ - ولما كان المخزون الحالي في اليوم الثاني مضافاً إليه الوحدات المطلوبة من الموردين عبارة عن ٨ وحدات وبالتالي فإن طبقاً للأسلوب الأول في الشراء والتوريد لن يتم طلب أى وحدات إضافية من الموردين .

٥ - تكلفة التخزين عبارة عن  $٨ \times ٥٠ = ٤٠٠$  جنيه وتكاليف التوريد عبارة عن صفر وبالتالي فإن التكاليف الكلية للتخزين ستكون ٤٠٠ جنيهات .

### المحاكاة اليوم الثالث :

١ - المخزون في أول اليوم عبارة عن ٨ وحدات .

٢ - لما كان الطلب في هذا اليوم عبارة عن وحدتان فإن المخزون المتاح اليوم التالي (اليوم الرابع) عبارة عن ٦ وحدات .

٣ - المخزون الحالي في اليوم الثالث مضافاً إليه الكميات المطلوبة من

المورد وهي صفر عبارة عن ٦ وحدات وبالتالي طبقاً للقاعدة المتبعة (الطلب من الموردين عند لحظة تمثل ٦ وحدات) فإن الأمر يتطلب طلب ٦ وحدات عن الموردين .

٤ - تكاليف التخزين ستكون ٦  $\times$  ٥٠ = ٣٠٠ جنيه وتكاليف أوامر التوريد ستكون ٦ جنيهات وبالتالي فإن التكاليف الكلية للتخزين عبارة عن ٩ جنيهات .

وعكذا يتم بناء الجدول ، وبعد ذلك يتم الحصول على متوسط تكلفة التخزين في اليوم . لقد وجدنا أن التكاليف الإجمالية في الـ ١٠ أيام عبارة عن ٥٧٠٠ . وبالتالي فإن متوسط تكلفة التخزين في اليوم :

$$= \frac{٥٧٠٠}{١٠} = ٥٧٠ \text{ جنيه}$$

ويلاحظ أن هذه المراحل سوف يتم تكرارها طبقاً لكل من البدائل الآخرين وما :

١ - طلب ٩ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات .

٢ - طلب ١٢ وحدة عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات .

بنفس الشروط السابقة وهي :

١ - بداية المراحل بمخزون عبارة عن ٥ وحدات .

٢ - هناك أمر توريد قائم يتكون من ٦ وحدات .

وبالتالي نتحصل على جدولين إضافيين . كل جدول يمثل محاكاة ١٠

— ٢٦٤ —

أيام لعملية التخزين طبقاً لاسلوب عمل ( قراومعين — بديل معين ) . وبالتالى  
سيُنتج لنا فى النهاية .

١ — تكلفة التخزين فى اليوم فى المتوسط فى حالة طلب ٦ وحدات .

٢ — د د د د د د د د د د ٩ د

٣ — د د د د د د د د د د ١٢ وحدة .

ويمكن أن نبين هذه النتائج فى شكل جدول كما يلى :

### جدول بعض النتائج

القرارات	مستوى إرادة الطالب	كثافة أمر التوريد	تكلفة التوزيع لمدة ١٠ أيام	تكاليف أضرار التوريد لمدة ١٠ أيام	إجمالي تكلفة التوزيع	متوسط تكلفة التوزيع في يوم
القرار الأول	٨ وحدات	٩ وحدات	٣٣,٥٠ ج	٢٤,٠٠ ج	٤,٥٠ ج	٥,٧٥ ج
القرار الثاني	٨ وحدات	٩ وحدات	٢٨,٥٠ ج	١٨,٠٠ ج	٥,٠٠ ج	٥,٦٠ ج
القرار الثالث	٨ وحدات	١٢ وحدة	٤,٥٠ ج	١٢,٠٠ ج	٥,٧٥ ج	٥,٧٥ ج

وبلاحظ أنه طبقاً للتأجيل المبينة في الجدول السابق فإننا نتصح الإدارة بطلب ٩ وحدات في كل مرة . غرضه أنه طبقاً يجب أن يكون واضحاً أنه لكي نحصل على نتائج يعتمد عليها بدرجة ثقة عالية فإن الأمر يستلزم :

١ - إجراء عملية المحاكاة لثمانى الأيام وليس عشرة أيام فقط

٢ - استخدام أكثر من قرار وليس ثلاثة قرارات أو ثلاثة بدائل فقط .  
ثلاثاً يجب أن يتم تجربة استخدام كميات مختلفة ، ليس فقط ٦ ٩٤ ٦ ٢٢ وحدة  
وأيضاً استخدام عدة مستوياته لإعادة الطلب بدلاً من استخدام مستوى واحد  
وهو نقطة إعادة الطلب المثلى في ٨ وحدات .

## مشاكل

### مشكلة رقم ١ :

لنعود إلى المشكلة السابق التمرض لها التي تتعلق بأى الآتين نقوم باستخدامها في ألف والتجربة كما يلي :

#### إستخدام الآلة الجديدة

الحوادث الممكنة	الربح الناتج	احتمال حدوث الحادثة	تخصيص وجوب قطعة النقود
إستلام خامات جيدة	٢٤٠ ج	٥٠	صورة
إستلام خامات رديئة	٨٠ ج	٥٠	كتابة

#### إستخدام الآلة القديمة

الحوادث الممكنة	الربح الناتج	احتمال حدوث الحادثة	تخصيص وجوب قطعة النقود
إستلام خامات جيدة	٢٠٠	٥٠	صورة
إستلام خامات رديئة	١٦٠	٥٠	كتابة

#### المطلوب :

باستخدام قطعة نقود فضية ، عمل محاكاة لمدة ٢٥ مرة لكل من القرارين ، وتسجيل النتائج ثم حساب متوسط الربح في كل من الحالتين .

### مشكلة رقم ٢ :

لنعود إلى مشكلة المخزون السابق التمرض لها في هذا الفصل ، المطلوب عمل المحاكاة لمدة ١٠ أيام مجرباً القرارات الجديدة التالي :

١ - طلب ٩ وحدات عندما يصل المخزون الحالي إلى ٨ وحدات ( تشمل الـ ٨ وحدات أيضاً الكميات تحت الطلب ) .

٢ - طلب ١٢ وحدة عندما يصل المخزون الحالي إلى ٨ وحدات ( تشمل الـ ٨ وحدات أيضاً الكميات تحت الطلب ) .

### مشكلة رقم ٣ :

إحدى الشركات التي تقوم بإنتاج الأخشاب تخصص في إنتاج نوعين من الأخشاب ( س ٤ س ) . في بعض الأحيان الأخشاب الخام المصنعة التي تستخدمها في الإنتاج تكون جيدة ، وفي بعض الأحيان الأخرى تكون رديئة ولكن من الصعب معرفة قبل دخول هذه الخامات في الإنتاج موقفها بالضبط من حيث الجودة .

والمطلوب من الإدارة أن تقرر مقدماً ماذا تنتج هل تقوم بإنتاج س أو ص

فإذا علم :

١ - في آخر رسالة للأخشاب الخام المصنعة كان ٥٠٪ منها أخشاب ذات جودة جيدة في حين أن النصف الآخر عبارة عن أخشاب ذات جودة رديئة .

٢ - إذا تم إنتاج المنتج س وكانت الأخشاب الخام من جودة جيدة فإن ربح الفترة سيكون ٥٠,٠٠٠ جنيه ، أما إذا كانت الأخشاب الخام من جودة رديئة فإن الربح سيكون فقط ٢٠,٠٠٠ جنيه .

٣ - إذا تم إنتاج المنتج ص وكانت الأخشاب الخام من جودة جيدة فإن ربح الفترة سيكون ٢٠,٠٠٠ جنيه ، أما إذا كانت الأخشاب الخام من جودة رديئة فإن الربح سيكون فقط ٣٠,٠٠٠ جنيه .

### المطلوب حساب :

- ١ — قيمة الربح المتوقع .
- ٢ — تنصيب أرقام عشوائية لحوادث طبقاً للاحتالات المعطاة .
- ٣ — باستخدام جدول الأرقام العشوائية ، المطلوب عمل عاكاة لشرمرات كما هو مبين في الجدول التالي :

الأرقام العشوائية	عاكاة لحدوة الحامات	عاكاة الربح	عاكاة الربح
		في حالة إنتاج	في حالة إنتاج
		المنتج س	المنتج س

٤ — ما هو متوسط الربح الناتج من كل قرار ؟

٥ — ما هو أحسن قرار ؟

### مسئلة رقم ٤ :

إحدى المنفآت التي تتولى البحث عن البترول في باطن الأرض قامت باختيار منطقة في الصحراء الغربية للتنقيب عن البترول ، من الخبرة في هذه المنطقة الاحتمال عبارة عن ١٠٪ فقط أن تنجح الشركة المنقبة عن البترول في اكتشاف البترول فعلا وأن ٩٠٪ لا تستطيع أن تحصل على بترول . وبالتالي لدينا الآن حادتين .

١ — الحاداة الأولى وهي عدم الحصول على بترول وهذه إحتالها ٩٠٪ .

٢ — الحالة الثانية وهي الحصول على بترولها وهذه إحتالها ١٠٪ .

فإذا كانت تكاليف البحث عن البترول عبارة عن ٥٠,٠٠٠ جنيه . وإذا وجد البترول فإن الإيراد الصافي ( لا يأخذ في حسابه تكاليف البحث ) سيكون ٦٥٠,٠٠٠ جنيه في خلال فترة حياة بئر البترول .

### المطلوب :

١ — حساب الربح المتوقع إذا تم التنقيب عن البترول .

٢ — تخصيص أرقام عشوائية للحوادث الممكنة طبقاً للاحتالات المطاة أصلاه .

٣ — باستخدام جدول الأرقام العشوائية ، المطلوب عمل محاكاة عشرة مرات لعملية التنقيب عن البترول . أى عمل جدول كما يلى :

الأرقام العشوائية      محاكاة للحوادث      محاكاة للربح فى      محاكاة للخسارة  
وجود بترول      حالة التنقيب      فى حالة عدم التنقيب  
عدم وجود بترول

٤ — بناء على المحاكاة التى فت بعملها هل تنصح بالقيام بالتنقيب أم لا ؟

٥ — قارن بين متوسط الربح الذى تحصل عليه من المحاكاة مع متوسط الربح المتوقع .

#### مشكلة رقم ٥ :

ترغب إحدى المنشآت فى تحديد الكمية الاقتصادية لشراء لإحدى الأصناف الرئيسية التى تستخدمها فى عملياتها الإنتاجية مستخدمه أسلوب المحاكاة وإليك البيانات الخاصة بهذا الصنف :

١ — يتذبذب الطلب اليومى على هذا الصنف بواسطة الأتعام الإنتاجية لهذه المنشأة :

الطلب اليومى	وحدة واحدة	وحدتان	٣ وحدات	٤ وحدات
الاحتمال	١٠٪	٤٠٪	٣٠٪	٢٠٪

٢ — تكاليف التخزين عبارة عن ١ جنيه للوحدة الواحدة فى اليوم لهذا الصنف .

٣ — تكاليف إصدار أمر التوريد عبارة عن ١٢ جنيه للأمر الواحد .

٤ — فترة توريد هذا الصنف عبارة عن يومين .

٥ — المخزون الحالى من هذا الصنف ٥ وحدات .

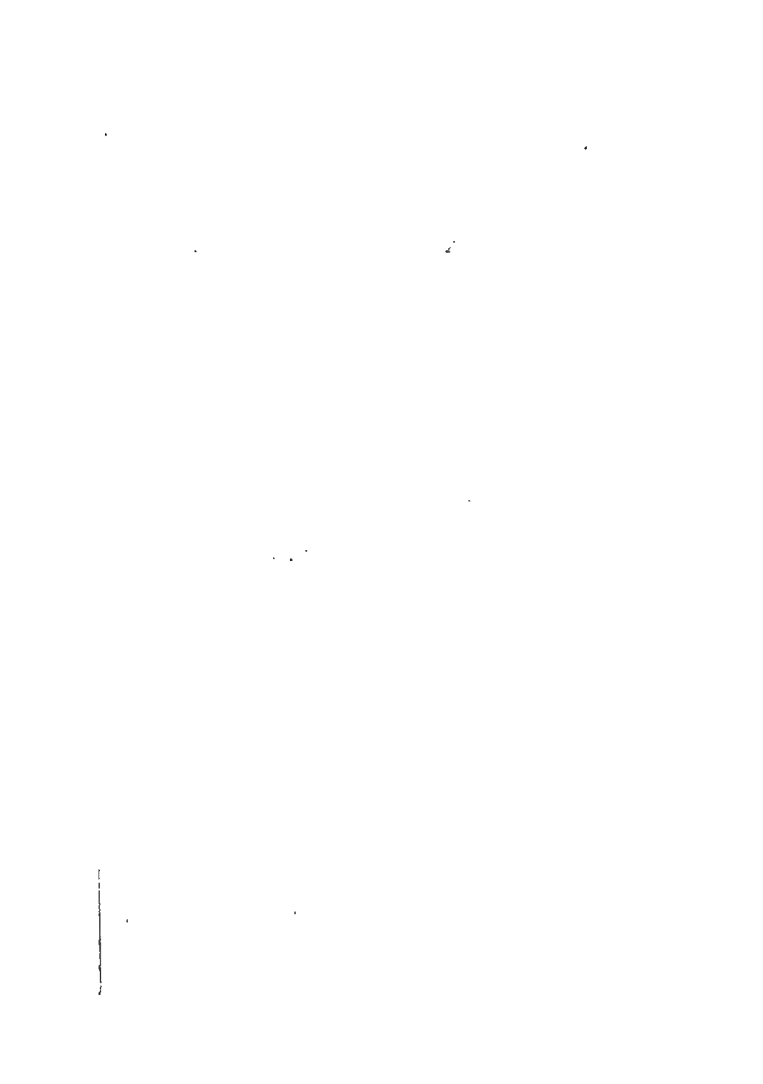
٦ — الكميات التى تم طلبها فى اليوم السابق عبارة عن صفر .

- ٧ - الكتيبات التي تم طلبها منذ يومين سابقين عبارة عن ٦ وحدات .  
٨ - بفرض إجراء المحاكمة لمدة عشرة أيام وحصلت على الأرقام المعنوية  
التالية : ٧٦٢٦٤٦٨٦٤٦٥٦١٦٩٦٦٦٤

المطلوب :

المناقشة بين السياسات الآتية :

- ( أ ) طلب ٦ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها  
الوحدات تحت التوريد .  
( ب ) طلب ٩ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها  
الوحدات تحت التوريد .



## الباب السادس

سلاسل ماركوف



## سلاسل ماركوف

### Marcove Chains

يشمل جانب كبير من عملية اتخاذ القرارات في أى مناهة يوضع سياسات مستمرة Continuous Policies لعملياتها المختلفة .

فمثلا تحتوي وظائف التسويق والإنتاج والتوزيع في المنشأة على عوامل عدم التاكيد وذلك فيما يتعلق بوضع السياسات التسويقية والإنتاجية والتوزيعية الخاصة بتوجيه عملياتها في فترة زمنية مقبلة ، سنة ، شهور ، سنة ، إلخ . يتم أسلوب سلاسل ماركوف بالأحوال المختلفة Various States السائدة في وقت معين وكيف قد تتحول هذه الأحوال إلى أحوال أخرى بسبب تأثير بعض الظروف .

#### حالة السوق Marketing State

هناك عوامل متعددة في مجال التسويق التي يمكن استخدامها لكي نصف أسلوب سلاسل ماركوف :

- المماركات الماركات المستخدمة حاليا بواسطة المستهلكين .
- تحول المستهلكين من ماركة إلى أخرى .
- الوضع الحالي لسياسات الحماية والترويج .
- التحول من سياسة الترويج إلى سياسة أخرى .
- أسلوب توزيع الحال المستخدم بواسطة مناهة معينة .
- التحول إلى أسلوب آخر لتوزيع .

#### حالة الإنتاج Production State

هناك عوامل متعددة في مجال الإنتاج التي يمكن استخدامها لكي نصف أسلوب سلاسل ماركوف .

- عدد الآلات الحال الذي يعمل بشكل مرضى .
- . . . الحال الذي يحتاج إلى صيانة روتينية .
- . . . الحال الذي يحتاج إلى عمرة شاملة
- . . . الذي يحتاج إلى عمرة شاملة بعد أربعة شهور .
- . . . الحال الذي يجب تجديده .
- . . . الذي يجب تخريده بعد ستة من الآن .
- معدل استخدام الخامات حالياً :
- معدل استخدام الخامات بعد ستة شهور من الآن .
- عدد العمال الحال .
- عدد العمال المتوافر في نهاية السنة الحالية .
- تركيبة العاملين في قسم معين في نهاية السنة الحالية .
- التركيبة الحالية للعاملين على آلة معينة .

#### حالة التمويل Financial State

- مصادر تمويل الحالية للشروع .
- مصادر التمويل في نهاية خمسة سنوات من الآن .
- النسبة المتوية للبيعات التقديرية .
- . . . . . الاجلة .
- . . . . . الديون المدومة .
- . . . . . للبيعات التقديرية في نهاية السنة المالية .
- . . . . . الاجلة . . . . .
- . . . . . الديون المدومة في نهاية السنة المالية .

من الأمثلة السابقة يتضح لنا أن سلاسل ماركوف تركز على التغير من حالة إلى أخرى From State to Another فمثلا إذا كانت التركيبة الحالية للعاملين على ماكينة معينة كما يلي :

- مشرف .

- عامل ماهر .

- ٢ عامل نصف ماهر .

- ٣ عامل غير مهرة .

ولكل حل هذا الوضع سوف يستمر قد يحدث مثلا عجز في العمالة النصف مهرة أو أن المتقاعين توافرها عدد كبير من المهندسين وأن كل هذا أدى إلى أن أصبحت التركيبة للعاملين على الماكينة في نهاية فترة زمنية كما يلي :

- مشرف

- مهندس .

- عامل ماهر .

- ٤ عامل غير مهرة .

ومن الضروري للنهضة أن تعريف احتمالات التغير من حالة إلى أخرى .

كما سبق يتضح أن الخاصية الرئيسية لأسلوب سلاسل ماركوف تتعلق باحتمالات تحقق أحوال معينة في وقت معين وكذلك احتمالات التحول من حالة معينة إلى حالة أخرى أي :

١ - احتمال أن تكون التركيبة للعاملين على الماكينة في نهاية السنة الحالية كما يلي :

- مهندس .

— عامل ماهر .

— ٣ عمال نصف مهرة : . . .

— ١ عامل غير ماهر .

— ١ عامل صيانة .

٢ — احتمال أن تتغير التركيبة الحالية للعاملين على الماكينة من الوضع الحالي إلى وضع جديد ( حاله جديدة ) في نهاية السنة الحالية :

الوضع الجديد	الوضع الحالي
— مشرف	— مهندس
— عامل فني	— عامل ماهر
— ٣ عمال نصف مهرة	— ٣ عمال نصف مهرة
— ٢ عمال غير مهرة	— ١ عامل غير ماهر
— لا يوجد عامل صيانة	— ١ عامل صيانة

ويمكن أن نضرب مثلاً آخر من مجال التسويق . لنفرض أن هناك مدخلاً للسجائر وسيكون مقننى مرتقب Potential Buyer لمازكة روثمان . يمكن لأصلوب سلاسل ماركوف أن يحدد لنا احتمال تحول هذا المدخن من تدخين السجارة الحالية ولتكن سجارة كنت إلى سجارة روثمان في المرة التالية للشراء ( بفرض أن المدخن يقوم حالياً بتدخين سجارة كانت ) .

<u>الوضع الجديد</u>	<u>الوضع الحالي</u>
تدخين سجارة روثمان	تدخين سجارة كنت

وبالطبع فإن أسلوب سلاسل ماركوف لا يهمل تاريخ هذا المدخن . هل هو مدخن السجارة كثر لعدد كبير من السنوات أو أنه دخل سوق السجائر كنف حديثاً . بمعنى آخر أن أسلوب سلاسل ماركوف لا يعتمد على تصنيف التحول من حالة إلى أخرى على ما حدث قبل ذلك أو بمعنى آخر على كيفية حدوث الحالة الأصلية .

وقد يحدث التحول من حالة إلى أخرى بسبب وجود مؤثرات خارجية . فثلا قد نشعب الدعاية والفرويج في أن يتحول عدد من المدخنين من ماركة إلى أخرى ، كما قد تشعب الدعاية والفرويج في أن يستمر المدخنين في تدخين ماركة معينة .

لتفرض أن لدينا ثلاثة ماركات لسلعة معينة ١ ٢ ٣ . وهذه السلعة تعد من سلع الاستهلاك Gonvience Goods التي يرغب المشتري في شرائها بأفضل مجرود ممكن وأيضا أن هذه الثلاث ماركات تعد بدائل بمعنى أن أي ماركة نستطيع أن نقوم بإشباع الحاجات التي تشبعها الماركات الأخرى . يمكن تصور السجائر أو معجون الأسنان كأثلة لهذه السلعة أي أنها سلع يتكرر شراؤها كثيراً . يمكن معرفة الوضع الحالي لأي مستهلك هل هو مستهلك حالياً الماركة ١ أو ٢ أو ٣ طبقاً للاركة التي يقرر حالياً فعلها باستخدامها .

#### الوضع الحالي للاستهلاك :

الماركة ١	الماركة ٢	الماركة ٣
عدد المستهلكين ٣ مليون	أربعة مليون	خمسة مليون

بين وقت وآخر يواجه كل مشتري - عند لحظة تسكرلر الشراء - مشكلة أي الماركات يختار وبالتالي ذلك سوف يؤدي إلى حدوث تغييرات في موقف الاستهلاك ( الطلب ) للماركات المختلفة . وإذا فرضنا أن هذه القرارات، دورية فإننا نتوقع تغيرات مستمرة في موقف أو حالة الطلب بالنسبة لكل ماركة من الماركات .

في إحدى دراسات السوق - المبنية على مقابلات شخصية متعمقة مع عينة مكونة من عدة مئات من المستهلكين - أمكن تحديد معدلات استمرار العملاء في استخدام منتج معين أو معدلات التحول من ماركة معينة إلى ماركات أخرى. هذه النتائج توضح لنا ما يسمى الاحتمالات التحولية Transition Probabilities كما هو في الجدول الآتي :

من \ إلى	ماركة ١	ماركة ب	ماركة ح
	٩٠	٥٠	٥٠
ماركة ١	٩٠	٥٠	٥٠
ماركة ب	١٠	٨٠	١٠
ماركة ح	١٠	١٥	٧٥

وكثيراً ما يشار إلى هذا الجدول بمصفوفة التحولات . يبين هذا الجدول ما يلي :

١ - ٩٠ ٪ من مستهلكي ماركة ١ استمروا في شراء الماركة ١ في أي عملية شراء تالية ( الشراء المتكرر من نفس الماركة ١ ) . معنى هذا أن احتمال قدره ٩٠ ٪ أن يتحول المستهلك من ماركة ١ إلى نفس الماركة ١ في مرة الشراء التالية .

٢ - أن هناك احتمال قدره ٥ ٪ في أن ينتقل أو يتحول المستهلك من استخدام الماركة ١ إلى استخدام الماركة ب في المرة التالية للشراء .

٣ - أن هناك احتمال قدره ٥ ٪ أن يتحول مستهلك الماركة ١ من استهلاك الماركة ١ إلى استهلاك الماركة ح في المرة التالية للشراء .

٤ - أن هناك احتمال قدره ١٠٪ أن يتحول مستهلك الماركة ب من استهلاك الماركة ب إلى استهلاك الماركة ١ في المرة التالية للشراء .

٥ - أن هناك احتمال قدره ٨٠٪ أن يستمر مستهلك الماركة ب في استهلاك الماركة ب في المرة التالية للشراء .

٦ - أن هناك احتمال قدره ١٠٪ أن يتحول مستهلك الماركة ب من استهلاك الماركة ب إلى استهلاك الماركة ح في المرة التالية للشراء .

٧ - أن هناك احتمال قدره ١٠٪ أن يتحول مستهلك الماركة ح من استهلاك الماركة ح إلى استهلاك الماركة ١ في المرة التالية للشراء .

٨ - أن هناك احتمال قدره ١٥٪ أن يتحول مستهلك الماركة ح من استهلاك الماركة ح إلى استهلاك الماركة ب في المرة التالية للشراء .

٩ - أن هناك احتمال قدره ٧٥٪ أن يستمر مستهلك الماركة ح في استهلاك الماركة ح في المرة التالية للشراء .

على أي حال ، إن كل منتج لايهمه التحولات من ماركة إلى أخرى بقدر ما يهمه معرفة مقدار حصته في السوق Market Share وبأكثر دقة كل منتج يهتم بمعرفة احتمال شراء ماركتة بواسطة أى مستهلك .

لتفرض أن دراسة السوق أيعنا استطاعنا تحديد الحصة السوقية لكل ماركة من هذه الماركات كما يلي

الماركة	الحصة السوقية
١	٤٥٪
ب	٣٥٪
ح	٢٠٪

وطبيعى فإن منتج أى ماركة من هذه الماركات يرغب فى معرفة مدى استمرارية هذا الموقف للسوق وأيضا يرغب فى معرفة كيف يتغير هذا الموقف إلى مراقب أخرى .

فإذا عدنا إلى الجدول السابق الذى وضعنا فيه الاحتمالات الخاصة بتحول المستهلكين من ماركات إلى أخرى وأخذنا وجهة نظر الماركة ١ يلاحظ ما يلى :

أن فقط ٩٠٪ من الحصة السوقية للماركة ١ ستحتل فى استهلاك الماركة ١ .

أن فقط ١٠٪ من الحصة السوقية للماركة ١ سيتحولون إلى استهلاك الماركة ١ .

وبالتالى نتوقع للماركة ١ الحصول على رقعة سوقية يتم حسابها كما يلى :

الموقف القديم  $\times$  الاحتمالات التحولية = الموقف الجديد

$$,40 \times ,90 = ,360$$

$$,30 \times ,10 = ,030$$

$$,20 \times ,10 = ,020$$

---


$$,410$$

وبالتالى فإن الماركة ١ سوف تحصل على رقعة سوقية قدرها ٤١٪ .

فى الفترة الجديدة أى حدث تغير فى حالة السوق من ٤٠٪ إلى ٤١٪ .

كحصة تسويقية .

بالنسبة لماركة ب :

الموقف القديم  $\times$  الاحتمالات التحويلية = الموقف الجديد

$$\begin{array}{rcl} ٤٥ & \times & ,٠٥ \\ ٣٥ & \times & ,٨٠ \\ ٢٠ & \times & ,١٥ \\ \hline & & ,٢٣٢٥ \end{array}$$

وبالتالي فإن الماركة ب سوف تحصل على رقعة سوقية أقل مما تحصل عليه الآن . أى سيحدث تغير في الحصة السوقية من ٣٥ ٪ إلى ٢٣,٢٥ ٪ .

بالنسبة لماركة ج :

الموقف القديم  $\times$  الاحتمالات التحويلية = الموقف الجديد

$$\begin{array}{rcl} ٤٥ & \times & ,٠٥ \\ ٢٥ & \times & ,١٠ \\ ٢٠ & \times & ,٧٥ \\ \hline & & ,٢٠٧٥ \end{array}$$

من ذلك أنه سيحدث تغير في حالة الطلب بالنسبة لماركة ب في الفترة الجديدة . ستحصل على رقعة سوقية قدرها ٢٠,٧٥ ٪ .

ومن التحليل السابق يتضح أنه قد حدث تغير في حالة السوق بالنسبة لماركات الثلاث :

— عدد أكبر من المستهلكين يقومون باستهلاك الماركة ١

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 104

— اقل —

أى أن الرقعة السوفية اكلام من الماركتن ١ ٢ و سوف يرداد بينا ستل  
الرقعة سوف المتقم ب ،

وطبقاً لأسلوب سلاسل ماوكوف فإن الاحتمالات التحويلية عند  
ثابتة من فترة لأخرى أى أن في الفترة القادمة (فترة رقم ٢) أيضا سوف  
يقتصر ٩٠ ٪ من مستهلكي الماركة ١ في إستهلاك الماركة ١ بينما  
فيتمحوه ١٠ ٪ من مستهلكي الماركة ٢ وإل ب وإيضاً ٥ ٪ أخرى من مستهلكي  
الماركة ١ إلى الماركة ٢ .

وعلى ذلك يمكن الاستمرار لحساب الانصب السوقي في الفترة الثانية بنفس الطريقة .

## المسألة ١ الفترة رقم ٢

$$11.1 = .9 \times .67$$

$$2.22 = .1 \times 2220$$

$$r_1 \cdot v = 1 \cdot x \cdot r_1 \cdot v_0$$

7.17.A

## الماركة ب الفترة رقم ٢

$$r, r = 1, \dots, X, (1)$$

77.7 = .8 X .2220

$$r_{71} = .10 \times .70$$

7. 77. 1

المباركة ح الفترة رقم ٢

$$٢,٢٠ = ,٠٥ \times ,٤٦$$

$$٢,٢٢ = ,١٠ \times ,٢٢١٥$$

$$١٥,٥٦ = ,٧٥ \times ,٢٠٧٥$$

---


$$\% ٢١,١٨$$

وطبقا لأسلوب سلاسل مازكوف فإنه يفترض ثبات الاحتمالات التحويلية  
من فترة لأخرى أى ثبات الاحتمالات ٩٠.٠/ ١٠٠ ٦.٠/ ١٠٠ ١٠.٠/ ١٠٠ بالنسبة  
المباركة ١ فى الفترة رقم ٢ كما يلي :

المباركة ١ فى الفترة رقم ٢

$$,٤٢١٢٠ = ,٩٠ \times ,٤٦٨٠٠$$

$$,٠٢٢٠١ = ,١٠ \times ,٢٢٠١٢$$

$$,٠٢١٤٩ = ,١٠ \times ,٢١١٨٨$$

---


$$\% ٤٧,٨٤$$

المباركة ب فى الفترة رقم ٢

$$,٠٢٢٤٠ = ,٠٥ \times ,٤٦٨٠٠$$

$$,٠٢٢٠١ = ,٨٠ \times ,٢٢٠١٢$$

$$,٠٢١٧٨ = ,١٥ \times ,٢١١٨٨$$

---


$$\% ٢١,١٢$$

- ٢٨٦ -

### الباركة حر في الفترة رقم ٢

$$,٢٢٤٠ = ,٥ \times ,٤٦٨٠٠$$

$$,٣٢٠١ = ,١٠ \times ,٣٢٠١٢$$

$$,١٥٨٩١ = ,٧٥ \times ,٢١١٨٨$$

---


$$\% ٢١,٤٢٢$$

يلاحظ بما سبق أن نتائج كل فترة مبنية على نتائج الفترة التي تسبقها مباشرة  
ويلاحظ أيضا مباحة للاحتجالات التحويلية في جميع الفترات .

وعلى هذا المتوال يمكن تقدير حالة السوق في الأجل الطويل . والجدول  
الآن يمثل ذلك :

الفترة	صفر	١	٢	٣	٥	١٥	٢٥	٣٥	٤٥
المدة الشهرية لماركة أ	٤٥	٤٦	٤٦٨	٤٧٤	٤٨٣	٤٩٤	٤٩٨	٤٩٩	٤٩٩٨
المدة الشهرية لماركة ب	٣٥	٣٠	٣٨٠	٣١١	٣٠٠	٢٨٩	٢٨٦	٢٨٦	٢٨٥٨
المدة الشهرية لماركة ج	٣٠	٣٠٧٥	١١١	٣١٤	٢١٦	٢١٤	٢١٤	٢١٤	٢١٤٣

ومن الجدول السابق يتضح أن الحصة السوقية للباركات المختلفة في الأجل الطويل ستكون كما يلي :-

الحصة السوقية	الماركة
٥٠٪	١
٢٨,٦٪	ب
٢١,٤٪	ج
١٠٠٪	

ولكن يلاحظ أن أسلوب تحديد مقدار التغيرات في الحصص السوقية للباركات الثلاث قد تطلب مجهوداً حسابياً لا يستهان به . وبالتالي لابد من البحث عن أسلوب لاختصار هذا المجهود .

#### خطوات العمل :

يمكن التمهيد من الجدول الأصلي للشبكة في ثلاثة معادلات جبرية كما يلي :

الاحتمال الخاص بالماركة ١

$$١٢,٩٠ + ٥٢,١٠ + ٢٢,١٠ =$$

الاحتمال الخاص بالماركة ب

$$١٢,٠٥ + ٥٢,٨٠ + ٢٢,١٠ =$$

$$\text{حلاً بأن } ١٢ + ٥٢ + ٢٢ = ١ = \text{صحيح}$$

### حل المسألة الخامسة بالمشاركة ١

$$١٢,٩ + ١٢,١ + ١٢,١ = ١٢$$

$$١٢,٩ - ١٢ = ١٢,١ + ١٢,١$$

$$١٢,١ + ١٢,١ = ١٢,١$$

$$١٢ + ١٢ = ١٢$$

ولما كان مجموع الاحتمالات يجب أن يساوى واحد صحيح فإننا يمكن  
استبدال  $١٢ + ١٢$  بالقيمة  $١$

$$١ = ١٢ + ١٢ + (١٢ + ١٢)$$

$$١ = ١٢٢ + ١٢٢$$

$$١٢ - ٠ = ١٢$$

$$٠ = ١٢ + (١٢ - ٠) = ١٢$$

$$١٢ - ٠ = ١٢ \quad \text{وباستبدال قيمة } ١ = ٠,٠$$

في المعادلة الثانية نجد ما يلي :

$$٠,٠ = ١٢ - ٠,٠ + (٠,٠ - ٠,٠)$$

$$٠,٠ = ١٢ - ٠,٠ + ٠,٠$$

$$٠,٠ = ١٢ - ٠,٠ = \frac{٢}{١٨} = \frac{٠,٠٧٠}{٠,٢٠} = ٠,٣٥$$

$$٠,٣٥ = ١٢ - ٠,٣٥ = \frac{٢}{١٨} = \frac{٠,٣٥}{٠,٢٠} = ٠,٣٥$$

أي أننا حصلنا على القيم الآتية :

$$ج١ = ٠.٠\%$$

$$ج٢ = ٢٨,٥٧١\%$$

$$ج٣ = ٢١,٤٢٩\%$$

وهي تقريبا نفس النتائج التي حصلنا عليها فيما سبق في الطريقة المطولة .

#### استخدام أسلوب ماركوف في اتخاذ القرار:

نفرض أن أحد المصانع يرغب في المغاظة بين ثلاثة سياسات مختلفة للدعاية والترويج عن منتجاته كما يلي :

١ - السياسة الأولى تهدف إلى زيادة ولاء العملاء الحاليين للباركة بواسطة استخدام كوبونات تخفيض للشراء المتكرر .

٢ - السياسة الثانية تهدف إلى إضافة عدداها مع المبيعات المقبلة وذلك للحصول على جزء من العملاء الحاليين للباركة مع ( جذب عملاء ماركه أخرى).

٣ - السياسة الثالثة ( مثل السياسة الثانية ) تهدف إلى جذب عملاء ماركه أخرى ( ولكن هنا في هذا الوقت العمل على الحصول على بعض العملاء الحاليين للباركة هو ،

مصفوفة الاحتمالات طبقاً للسياسة الأولى :

من	ماركة أ	ماركة ب	ماركة ج
ماركة أ	٠٩٥	٠٢٥	٠٢٥
ماركة ب	٠١٠	٠٨٠	٠١
ماركة ج	٠١٠	٠١٥	٠٧٥

طبقاً لهذه السياسة فإن ٩٥ ٪ من العملاء الحاليين سوف يستمرون في استهلاك الماركة أ ٦ سيتحول إلى الماركة أ جزء من عملاء الماركة ب قدره ١٠ ٪ ٦ أيضاً سيتحول إلى الماركة أ جزء من عملاء الماركة ج قدره ١٠ ٪.

مصفوفة الاحتمالات طبقاً للسياسة الثانية

من	أ	ب	ج
أ	٠٩٠	١٠٥	١٠٥
ب	٠١٥	٠٧٥	٠١٠
ج	٠١٠	٠١٥	٠٧٥

هذه السياسة تهدف إلى جذب جانب من العملاء الحاليين الماركة ب .

مصفوفة الاحتمالات طبقا للسياسة الثالثة

ح	ب	ا	إلى / من
			ا
١٠٠	١٠٠	١٠٠	ب
١١٠	١٨٠	١١٠	ح
١٧٠	١١٥	١١٥	

هذه السياسة تهدف إلى جذب جانب من العملاء الحاليين للماركة ح .

ويحصل هذه العنقدة جبريا تحصل على النتائج كما يلي :-

الخصم السوقية للماركة	السياسة
٦٦٠٧ /	رقم ١
٥٥٠٩ /	رقم ٢
٥٤٠٥ /	رقم ٣

فإذا كانت نتائج دراسات السوق تظهر بأن رقم الطلب الكلي في السوق سيكون ١٠٠٠٠٠٠٠٠ (١٠ مليون وحدة) وأن المنتج للماركة "ح" يحقق إجمالاً ربح قدره واحد جنيه للوحدة الواحدة .

السياسة	إجمالي الربح المتوقع
رقم ١	$1 \times 10,000,000 \times \frac{6607}{100}$
رقم ٢	$1 \times 10,000,000 \times \frac{5509}{100}$
رقم ٣	$1 \times 10,000,000 \times \frac{5405}{100}$

أمر عبارة من :

٦٩٦٦٠٦٦٧ ج إذا تم تنفيذ السياسة الأولى للترويج

٥٠٥٨٨٠٢٢٥ ج . . . . الثانية

٥٠٤٠٥٤٠ ج . . . . الثالثة

كيف تقارن ذلك بالوضع الحالي ( تحقيق حصة سوقية قدرها ٥٠ ٪ من السوق الكلي) . أي إجمال الربح المحقق حاليا عبارة من  $١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ \times \frac{١}{٦٩٦٦}$   
 $\times ١ ج = ٥٠٠٠٠٠٠٠٠ ج$

الجدول الآتي يعطى هذه النتائج، يلاحظ أيضا أن تكاليف السياسات المختلفة كما يلي :

السياسة	تكاليف الترويج والحماية
١	١٥٠٠٠٠٠٠ ج
٢	٤٠٠٠٠٠ ج
٣	٢٠٠٠٠٠ ج

ويتضح كما يظهر من الجدول التالي أن السياسة الثانية ( جذب عملاء من المستهلكين الحاليين للماركة ب) يعد أفضل السياسات ولو أن هذه السياسة تحقق حصة سوقية تقل عن الذي تحققه السياسة الأولى .

الخصم السابق	تكلفة السياسة	التحسين المتوقع	الربح الاجمالي	الحصة المربوية	الخصم السابق
١٦٦٦٦٧	١٥٠٠٠٠٠	١٦٦٦٦٦٧	٦٦٦٦٦٦٧	١٠٠٪	١
١٨٨٢٣٥	٤٠٠٠٠٠	٥٨٨٢٣٥	٥٨٨٢٣٥	١٠٠٪	٢
١٥٤٣٥٤	٢٠٠٠٠٠	٤٥٤٣٥٤	٤٥٤٣٥٤	١٠٠٪	٣

### استخدام أسلوب سلاسل ماركوف لوضع سياسة صيانة مثل :

تعد مشكلة الصيانة من المشاكل التي تصادف جميع المنظمات الصناعية كانت تجارية أو خدمات . أيضا في حياتنا اليومية تندخل كثير آ في شئوننا عمليات الصيانة :-

- متى يجب عمل الصيانة الروتينية .
- متى يجب تنظيف الآلة الكاتبة .
- متى نقوم بفحص السيارة .
- متى نقوم بتغيير زيت السيارة .
- متى نقوم بتغيير « رولمان البيل » الخاصة بالماكينة .

إن أغلب الماكينات يمكنها أن تعيش طويلا بدون صيانه ، ظهر أن خطأ بسيط قد يحدث وبالتالي يزدى إلى الحاجة إلى إجراء عمرة كاملة للباينة ، وبالتالي فإن الصيانة لتقليل من العمر الإقتصادي للآلة فعلا من سهولة التشغيل وتقليل تكلفه الإنتاج نتيجة لتقليل وقت الأعطال إلى أقل ما يمكن .

يساعدنا أسلوب سلاسل ماركوف كثيرا في تحديد أسب سياسات الصيانه في ظل تغير ظروف وأحوال الماكينات من وقت لآخر ، لنعرض ذلك بالمثال العمل التالي :

نفرض أن هناك إحدى الماكينات يمكن أن تكون حالتها أحد الاحتمالات التالية في صباح أى يوم قبل بدء التشغيل :

#### أحوال التشغيل الممكنة

- ١ - في حالة تشغيل جيدة .
- ٢ - تحتاج إلى ضبط قليل جداً .
- ٣ - في حالة تشغيل سيئه .
- ٤ - ظهر صالحه التشغيل تماما .

وبالتالى صباح كل يوم ليل بدء التشغيل يمكن اتخاذ أى إجراء من الإجراءات الآتية :

التكلفة	الإجراء
صفر	- عدم عمل أى شئ. (أ)
١٠٠ ج	- عمل صيانة روتينية (ب)
٢٠٠ ج	- ضبط وتعديل (ج)
٢٥٠ ج	- ضبط وتعديل وعمل صيانة روتينية (د ٦ ب)
١٠٠٠ ج	- عمل عمرة كاملة (هـ)

نتيجة لوجود حالات يمكنه للآلة ٦ أنواع من التصرفات فإن معنى ذلك يوجد ٦٢٥ سياسة الصيانة (١٥)

$$[ ٦٢٥ = ٥ \times ٥ \times ٥ \times ٥ ]$$

ولكن لضمان الحفظ نفترض أن الإدارة سوف فقط تقوم بدراسة عدد محدود من السياسات المختلفة للصيانة وأيضا قد تكون هناك بعض السياسات المكلفة جداً وبالتالي يجب تجاهل هذه السياسات، وأخيراً قد تكون هناك سياسات واضحة ويجب تنفيذها فوراً مثلاً في حاله عما إذا كانت الآلة غير صالحة للتشغيل فلا يوجد أمناً سوى طريق واحد وهو عمل عمرة كاملة ، وأيضا إذا كانت الآلة في حاله جيدة التشغيل أو أنها في حاجة إلى ضبط قليل فإنه طبعا ليس هناك احتياج لعمل العمرة كاملة .

إن أبسط سياسة هو عدم عمل أى شئ. لمحين أن تصبح الآلة غير صالحة للتشغيل وبالتالي تقوم الإدارة بعمل عمرة كاملة .

هذه السياسة رقم ١ يمكن بيانها في الجدول التالى :

الاحتمالات التحويلية للسياسة الأولى

٤	٣	٢	١	إلى / من
				١
١٠١	١٠٢	١٠٦	١٩٠	٢
١١٠	١١٠	١٨٠	صفر	٣
١٥٠	١٥٠	صفر	صفر	٤
صفر	صفر	صفر	١	

تفسير هذا الجدول :

هذه السياسة ، عدم عمل أى شيء إذا كانت الماكينة في حالة جيدة للتشغيل ، قد تؤدي إلى أن تصبح الآلة في نفس الحال ( حالة جيدة للتشغيل ) أيضاً في اليوم التالي . احتمال حدوث ذلك لاستمرار الوضع الحالي عبارة عن ٩٠ . هذه الاحتمالات التحويلية يتم الحصول عليها من البيانات التاريخية الخاصة بالتشغيل في ظل الظروف المختلفة ( الأحوال المختلفة للماكينة ) . أيضاً في ظل هذه السياسة قد تحدث الأحوال الأخرى للآلة ، فمثلاً قد تتحول حالة الآلة من حالة جيدة للتشغيل إلى :

الحالة الجديدة	الحالة الحالية
حالة جيدة للتشغيل	١ - حالة جيدة للتشغيل
• في حاجة إلى ضبط محدود	٢ - • • •
• سيئة للتشغيل	٣ - • • •
• غير صالحة للتشغيل تماماً	٤ - • • •

غير أن احتمالات حدوث الثلاثة حالات التالية عبارة عن احتمالات صغيرة .

ونلاحظ أن هذه الاحتمالات تقل من حالة إلى أخرى ( في تدرجنا من الحالة الأولى إلى الثانية إلى الثالثة إلى الرابعة ) أى تقل كلما ندرجنا إلى الأحوال السيئة للتشغيل حتى نلحق الآلة تماما وتصبح غير صالحة للعمل والتشغيل . هذا ما نمكسه مصفوفة التحولات المبينة أعلاه كما يلي :

الحالة	الاحتمال
الآلة تحتاج إلى ضبط محدود	٠.٦
الآلة في حالة سيئة للتشغيل .	٠.٢
الآلة غير صالحة تماما للتشغيل	٠.١
( يلاحظ انخفاض في قيمة الاحتمال كلما تدهورت حالة الآلة ) .	

وإذا أصبحت الآلة في حاجة إلى ضبط محدود ( الحالة رقم ٢ ) فإنه بالطبع لا يمكن أن تتحول إلى الحالة الأولى ( في حالة تشغيل جيدة ) إلا إذا تم إصلاح معين أو القيام بعملية الصيانة . بمعنى آخر أن الاحتمال صفر أن تتحول الآلة من :

في حالة تحتاج إلى ضبط محدود إلى في حاله جيدة للتشغيل  
وأيضا بين الجدول أنه من الممكن أن تبقى الآلة في حالة احتياج إلى ضبط دقيق ولا تنتقل إلى الأحوال الأخرى ( تصبح في حالة سيئة للتشغيل أو تصبح غير صالحة للتشغيل تماما ) .

وبالتالى فإن الاحتمالات تكون كما يلي :

الحالة	الاحتمال
الآلة في حالة جيدة للتشغيل	صفر
في احتياج إلى ضبط محدود	٨٠ %
في حالة سيئة للتشغيل	١٠ %
غير صالحة للتشغيل تماما	١٠ %

يبين الصف في المصفوفة أنه إذا أصبحت الآلة في حالة سيئة للتشغيل فإن الاحتمال يكون ٠.٥ /. أن تستمر في هذه الحالة أو أنها تصبح في حالة التشغيل وهذا احتمال ٠.٥ /. وبالتالي يكون الاحتمال صفر أن تصبح الآلة في حالة جيدة للتشغيل أو تحتاج فقط إلى ضبط محدود .

وأخيراً إذا أصبحت الآلة في حالة عدم الصلاحية للتشغيل مطلقاً فإن الاحتمال عبارة من ١.٠ /. أن تصبح في حالة جيدة للتشغيل وذلك لأنه إذا أصبحت في وضع عدم الصلاحية فلا بد من القيام بالعمرة الكاملة وذلك لجعل الآلة في حالة جيدة للتشغيل .

يمكن الحصول على الاحتمالات الموزعة على هذه المراتب جبراً كما يلي وذلك بعمل :

- ح<sub>١</sub> تمثل الحالة الأولى : الآلة في حالة جيدة للتشغيل
- ح<sub>٢</sub> ، ، ، الثانية : الآلة في حاجة إلى ضبط محدود
- ح<sub>٣</sub> ، ، ، الثالثة : الآلة في حالة سيئة للتشغيل
- ح<sub>٤</sub> ، ، ، الرابعة : الآلة غير صالحة للتشغيل مطلقاً

$$ح_١ = ٠.٩ + ح_١$$

$$ح_٢ = ٠.٠٦ + ح_٢ + ٠.٨٠$$

$$ح_٣ = ٠.٠٢ + ح_٣ + ٠.١٠ + ٠.٥٠$$

$$ح_٤ = ٠.٠١ + ح_٤ + ٠.١٠ + ٠.٥٠$$

$$\text{حيث } ح_١ + ح_٢ + ح_٣ + ح_٤ = ١ \text{ صحيح}$$

ومن المعادلة الأولى يتضح أن :

$$ح_١ = ١$$

ومن المعادلة الثانية يتضح أن :

$$ح_٢ = ٠.٢٠$$

وإذا استبدلنا  $١٢,٢٠$  في المعادلة الثالثة وحلها للحصول على قيمه  $٢٢$  فإننا نحصل على :

$$٢٢,٥٠ + (١٢,٢٠) \cdot ١٠ + ١٢,٠٢ = ٢٢$$

$$١٢,٠٢ + ١٢,٠٢ = ٢٢,٥٠$$

$$١٢,١٢ = ٢٢$$

وإذا استخدمنا النتائج السابقة لحل المعادلة الرابعة فإننا نحصل على مايلي :

$$١ = ١٢,١٠ + ١٢,١٢ + ١٢,٢٠ + ١٢$$

$$١ = ١٢,٥٢$$

$$\therefore ٦٥,٨ = \frac{٥٠}{٧٦} = \frac{١}{١,٥٢} = ١٢$$

ثم نجد :

$$\therefore ١٩,٧ = \frac{١٥}{٧٦} = ١٢$$

$$\therefore ٧,٩ = \frac{٦}{٧٦} = ٢٢$$

$$\therefore ٦,٦ = \frac{٥}{٧٦} = ١٢$$

وهناك أربع سياسات أخرى للعيانة تم فحصها بواسطة الإدارة .

#### السياسة الثانية :

تتضمن السياسة الثانية القيام بالعيانة الروتينية للحالات الأولى والثانية والثالث والقيام بصورة كاملة لحاله الرابع .

الحالة ١	جيدة التشغيل	صيانة زوتينية
الحالة ٢	تحتاج إلى ضبط محدود	" "
الحالة ٣	سيئة للتشغيل	" "
الحالة ٤	غير صالحة للتشغيل	عمرة كاملة

الجدول الآتي يوضح الاحتمالات التحويلية

من	إلى			
	١	٢	٣	٤
١	٠.٩٥	٠.٠٣	٠.٠١	٠.٠١
٢	صفر	٠.٨٥	٠.١٠	٠.٠٥
٣	صفر	صفر	٠.٦٠	٠.٤٠
٤	١	صفر	صفر	صفر

هذا الجدول يوضح لنا طبيعة السياسة الثانية وهي القيام بالصيانة الروتينية والتي من شأنها تقليل احتمال حدوث الحالات السيئة لموقف الماكينة الخاص بالتشغيل . حيث أن الصيانة الروتينية تقلل من سرعه تدهور حالة الماكينة إلى أسوأ وذلك بالمقارنه بالسياسة الخاصة بعدم القيام بأي إجراء يتعلق بالصيانة .

#### السياسة الثالثه :

في ظل هذه السياسة وهو القيام بمعدل ضبط محدود الماكينة . وبالطبع في حالة تفصيل الماكينة بشكل جيد ( الموقف رقم ١ ) لو تحتاج إلى هذا الضبط المحدود وبالتالي لن يتأثر الصنف الأول في الجدول السابق .

فهر أن مضبط الماكينة في حالة احتياجها لذلك المضبط قد يؤدي إلى تحريكها من حالة عدم المضبط إلى الحالة الأولى وهي جيدة التشغيل وذلك احتجاله لدره ٨٠ /

من / إلى	١	٢	٣	٤
١	٩٠ ر	٠٦ ر	٠٣ ر	٠١ ر
٢	٨٠ ر	١٠ ر	٠٨ ر	٠٢ ر
٣	صفر	صفر	٧٠ ر	٣٠ ر
٤	١	صفر	صفر	صفر

#### السياسة الرابعة :

تختلف هذه السياسة عن السياسة السابقة فقط في الصف رقم ١ حيث تم عمل صيانه روتينيه . هذا التصرف مطابق تماما لما تم عمله في حالة حدوث الخلل الأول في ظل السياسة الثانيه . وتظهر النتائج الخاصه بالاحتمالات التحويلية كما يلي :

من / إلى	١	٢	٣	٤
١	٩٥ ر	٠٣ ر	٠١ ر	٠١ ر
٢	٨٠ ر	١٠ ر	٠٨ ر	٠٢ ر
٣	صفر	صفر	٧٠ ر	٣٠ ر
٤	١	صفر	صفر	صفر

### السياسة الخاصة :

ننصّبه هذه مع السياسة الواجبة فيما عدا حالة ما إذا كانت الماكينة صيانة التشغيل ( الحالة الثالثة ) حينما يتم حمل عمرة كاملة فإن ذلك مؤداه تحول الماكينة إلى الوضع الأول وهو أن تكون جيدة التشغيل . الجدول الآتي يبين ذلك :

من	إلى	١	٢	٣	٤
١	٢٩٥	١٠٣	١٠١	١٠١	١٠١
٢	٨٠	١٠	١٠٨	١٠٢	١٠٢
٣	١	صفر	صفر	صفر	صفر
٤	١	صفر	صفر	صفر	صفر

ويمكن تلخيص نتائج الاحتمالات وأيضاً التكلفة لمكمل سياسة كما يلي :

السياسة الأولى : عدم القيام بأي شيء فيما يتعلق بالصيانة

الحالة	الاحتمال	التكلفة
١	١٠٠,٥٨	صفر
٢	١٩,٧ %	صفر
٣	٧,٩ %	صفر
٤	١,٦ %	١٠٠٠

وبلاحظ هنا في ظل هذه السياسة لا نقوم بأي شيء إلا إذا أصبحت الآلة في حالة غير صالحه التشغيل والعمل .

السياسة الثانية : عمل الصيانة الروتينية

الحالة	الاحتمال	التكلفة
١	٪ ٧٥,٥	١٠٠
٢	٪ ١٥,١	١٠٠
٣	٪ ٥,٧	١٠٠٠
٤	٪ ٠,٨	١٠٠

السياسة الثالثة : عمل الضبط

الحالة	الاحتمال	التكلفة
١	٪ ٨١,٢	صفر
٢	٪ ٥,٤	٣٠٠
٣	٪ ٩,٦	٣٥٠
٤	٪ ٠,٨	٣٠٠٠

السياسة الرابعة : عمل الضبط والصيانة الروتينية

الحالة	الاحتمال	التكلفة
١	٪ ٩٤,٦	١٠٠
٢	٪ ٣٢,٢	٣٠٠
٣	٪ ١,٢	٣٥٠
٤	٪ ١	١٠٠٠

السياسة الخامسة : عمل عمرة كاملة

الحالة	الاحتمال	التكلفة
١	٪ ٩٤,٦	١٠٠
٢	٪ ٢,٢	٣٠٠
٣	٪ ١,٢	٩٠٠
٤	١	١٠٠٠

والجدول الآتي يلخص النتائج :

السياسة	الحالة	الاحتمال	التصرف	التكلفة	التكلفة الموقتة
١	١	٦٥,٨	١	صفر	صفر
	٢	١٩,٧	١	صفر	صفر
	٣	٧,٩	١	صفر	صفر
	٤	٢,٦	٥	١٠٠٠	٦٦,٠٠
					<u>٦٦,٠٠</u>

٢	١	٧٥,٥	١	١٠٠	٧٥,٥
	٢	١٥,١	١	١٠٠	١٥,٨٠
	٣	٥,٧	١	١٠٠	٥,٧
	٤	٢,٨	٥	١٠٠	٢٨,٠٠
					<u>٢٨,٠٠</u>
					٢٨,٠٢

الحالة	الاحتمال	التصرف	التكلفة	التكلفة المؤقتة
٣	١	١	صفر	صفر
٢	٥,٤	ح	٢٠٠	١٦,٢
٣	٩,٦	ح	٢٥٠	٢٣,٦
٤	٢,٨	هـ	١٠٠٠	٢٨,٠٠
				<hr/> ٨٧,٢٠
٤	١	ب	١٠٠	٩١
٢	٢	ح	٢٠٠	٩
٣	٢,٨	ح	٢٦٠	١٢,٢٠
٤	٢,١	هـ	١٠٠٠	٢١
				<hr/> ١٢٤,٢٠
٥	١	ب	١٠٠	٩٤,٦٠
٢	٢,٢	ح	٢٠٠	٩,٦
٢	١,٢	هـ	١٠٠٠	١٢
٤	١	هـ	١٠٠٠	١٠
				<hr/> ١٢٦,٢٠

ويلاحظ أن أحسن سياسة هي الصيانة الأولى وهي عدم القيام بأي شيء.  
فما يتعلق بالصيانة إلى أن تتوقف الماكينة عن العمل وتصبح غير صالحة للتشغيل  
والعمل تماماً .

وعلا شك فيه فإن الأمريكان يتبعون هذه السياسة بالنسبة لسياراتهم .  
إنهم لا يقومون بعمل أى نوع من الإصلاح أو الصيانة فيما عدا تغيير زيت  
الموتور، تغيير البطارية وأيضا إطارات السيارة . وبالتالي لا يقومون بأى  
إصلاح إلا إذا توقفت السيارة عن العمل تماما . ويمكن توضيح سبب اتباع  
هذه السياسة يتلخص فى أن تكلفة الإصلاح مرتفعة جداً ومن الأفضل أن يتم  
تغيير السيارة عن إصلاحها .

على أى حال ، نجد أن شركات الطيران تتبع أسلوب مختلف تماما فى الصيانة،  
فهناك الصيانة الروتينية الشاملة وأيضا إصلاح الماكينات بماكينات جديدة بعد  
عدد ساعات معين من الطيران . يلاحظ أن شركات الطيران تتبع ذلك بسبب  
الحساسة والمخاطر التى قد تحدث إذا اتبعت أسلوب معاملة الأمريكان لسياراتهم  
بمخصوص عملية الصيانة والإصلاح .

## تطبيقات

- ١ -

المصفوفة الآتية تمثل إحدى النظم A System الذى قد يكون فى إحدى حالتين in one of two states .

(١) الحالة رقم ١

(ب) . ٢ . .

	إلى	
	١	٢
من	١	٢
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$

المطلوب تحديد الاحتمالات الخاصة بالانتقال من حالة إلى أخرى .

- ٢ -

المصفوفة الآتية تمثل إحدى النظم الذى قد يكون فى حالة من إحدى الحالات الثلاث الآتية :

(١) الحالة رقم ١

(ب) . . ت

(ج) . . ح

من	إلى		
	أ	ب	ج
أ	$\frac{1}{4}$	صفر	$\frac{1}{4}$
ب	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
ج	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

١ - نفرض أنه في الوضع الحالي (الفترة الأولى) كان هذا النظام في الحالة المطلوب تحديد قيم :

ح أ في الفترة الخامسة

ح ب في الفترة الخامسة

ح ج في الفترة الخامسة

٢ - المطلوب حساب قيمة احتمالات التحول

- ٣ -

المصفوفة التالية تمثل احتمالات التحول لإحدى المواقف

من	إلى	
	أ	ب
أ	٠٢	٠٨
ب	٠٦	٠٤

(أ) المطلوب حساب احتمالات التحول في الموقف .

(ب) إذا فرض أن ح أ في الفترة صفر عبارة عن ٠٤ .

ح ب في الفترة صفر عبارة عن ٠٦

المطلوب حساب ح أ في الفترات ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠

ح ب في الفترات ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠

- ٢١٠ -

- ٤ -

في مثال العميلة السابق عرضه في هذا الباب، المطلوب تقييم العيادات الخبز 2  
العيادة في ظل أرقام التكلفة الآتية :

- ( أ ) عدم القيام بأى شىء - صفر  
( ب ) العميلة الروتينية ٥٠ ج  
( ح ) عمل ضبط محدود الباكينة ١٥٠ ج  
( د ) عمل ضبط وصيانة روتينية ٢٠٠ ج  
( هـ ) عمل عمرة كاملة ١٠٠٠ ج  
مامى العيادة التي عندما تتحمل أقل تكلفه متوقعة ؟

- ٥ -

مبيعات إحدى الشركات يمكن تقسيمها إلى ٣ أقسام رئيسية

- ١ - مبيعات نقدية ( نقدية )  
٢ - مبيعات بالاجل ( أوراق قبض )  
٣ - مبيعات غير محصلة

لتفرض أن المصفوفة الآتية تمثل التحولات من حالة إلى أخرى من قسم إلى آخر ) .

من \ إلى		١	٢	٣
١	صفر	١	صفر	صفر
٢	٨٠	١٩	١٠١	١
٣	صفر	صفر	١	١

- ٢١١ -

- (١) إذا فرض أن ح<sub>٩</sub> في الفترة الحالية = ٩  
ح<sub>٦</sub> في الفترة الحالية = صفر  
ح<sub>٦</sub> في الفترة الحالية = ٠.٠١  
المطلوب حساب ح<sub>١</sub> ح<sub>٦</sub> ح<sub>٩</sub> في الفترة المقبلة ؟  
هل هناك ملاحظات على هذه النتائج ؟



## الباب السابع : نظرية المباديات



# الباب السابع

## نظرية المباريات

### The Theory of Games

كثيراً من المواقف تتضمن عملية التداخل في اتخاذ القرارات .

'Interdependent Decision Making'

ومعنى ذلك أن القرارات يتم اتخاذها بواسطة إثنين أو أكثر من متخذي القرار Decision Makers وأن كل متخذ قرار يقوم باتخاذ القرار وتحديد أسلوب العمل بناء على القرارات التي يتخذها الآخر .

وهذا يؤدي إلى إضافة تعقيدات في عملية اتخاذ القرارات :عوامل زيادة العوامل الخاصة بعدم التأكد Uncertainty التي يتعامل معها المدير أو متخذ القرار . وذلك لأن متخذ القرار لا يعرف نوايا الآخرين . ولا يعرف خططهم ولا بد وأن يأخذ نواياهم وخططهم في حسابه عندما يقوم باتخاذ القرار .

فمثلاً بالإضافة إلى ظروف عدم التأكد التي يقابلها متخذ القرار بخصوص :

١ - هل يستطيع أن يجد بئرولاً في الأرض التي يقوم بالتنقيب فيها .

٢ - رد الفعل الخاص بالعملاء بالنسبة للمبرء أو التصميم الجديدة الصلعة .

فإن متخذ القرار يقابله ظروف عدم التأكد الإضافية Extra والتي تتلخص بخطط ونوايا المنافسين فمثلاً :

---

(\*) L. Lapin. Quantitative Methods. op. cit .

١ - هل سيقوم المنافسون بإرجاع الدعاية والإعلان عن منتجاتهم .

٢ - ما هي خطط المنافسين بخصوص تسعير منتجاتهم .

٣ - كميات الإنتاج التي يتوقع المنافسين طرحها في السوق .

بما لا شك فيه فإن هذه العوامل سوف تؤثر على أسعار منتجات متخذ القرار  
وعلى كمية مبيعاته وسوف يتعرض لمحاكم تسويق منتجاته إن لم يأخذ هذه العوامل  
في الحسبان عند اتخاذ قراراته .

ومما يزيد في تعقيد المشكلة هو أنه غالباً ما تكون هذه العوامل المتعلقة بتوايا  
وخطط المنافسين غير معلومة مقدماً لتتخذ القرارات وفي نفس الوقت يجب أن  
يعمل لها أهمية كبيرة في عملية اتخاذ القرارات ،

#### مثال توضيحي :

يمكن توضيح عملية التداخل Interdependent في اتخاذ القرارات بمثال  
بسيط كما يلي :

لنفرض أن لدينا منظمتين تقومان بإنتاج أجهزة الراديو والتليفزيون وكل  
منظمة مستقلة عن الأخرى بل أنهم يتنافسان على السوق القوي في إحدى  
الدول .

لنفرض أن كلا من المنظمتين قاما بتطوير نوع جديد من التليفزيونات  
وأن هذه الأنواع الجديدة من أجهزة التليفزيون متعاهبان في كل شيء . كلا من  
المنظمتين يرغب في تقديم التليفزيون الخاص بها في السوق القوي الدوة وأمام  
كلا منهما بدائل بخصوص عملية الدعاية والترويج عن هذا المنتج الجديد  
كما يلي :

١ - البديل الأول هو أن تتولى برامج الدعاية والترويج العادية الخاصة  
بالمنظمة بعملية الترويج والدعاية عن المنتج الجديد ( برنامج عادي ) .

٢ - البديل الثاني هو أن تقوم المنظمة ببرامج مكثف من الدعاية والترويج ذلك لتقديم المنتج السوق ( برنامج خاص ومركز ) .

ولما كان لا يوجد إلا هاتين المنطقتين سوق إنتاج أجهزة التليفزيون فإنه مما لا شك فيه فإن مقدار الربح الذي يستطيع أن يحققه أى منهما يتوقف بدرجة كبيرة على مقدار جهود الدعاية والترويج التي تقوم بها المنظمة الأخرى المنافس . وهذا بعد إحدى عوامل عدم التأكد التي يراجحها اتخاذ القرار ( نوابها وسطط المنافس بخصوص برنامج الدعاية والترويج ) .

وبالطبع قد لا يكون ذلك هو عنصر عدم التأكد الوحيد فإنه بالإضافة إلى ذلك هناك عناصر أخرى فتلا حالة السوق State of the Market بخصوص رد فعل المستهلكين والوسطاء لهذا النوع الجديد من أجهزة التليفزيون .

ويمكن التبسيط أن نفرض أن حالة السوق يمكن تقسيمها إلى :

حالة السوق	الاحتمال
جيد ( Good )	٦٠%
ودى ( Poor )	٤٠%

وطبعي أننا يمكن أن ننظر إلى عملية القرارات من وجهة نظر أى من المنطقتين . لنفرض أن المنطقتين هما ١ و ٢ . فلنأخذ مثلاً عملية اتخاذ القرارات من وجهة نظر المنشأة ١ . وبالتالي يمكن بناء شجرة اتخاذ القرارات ولنفرض التبسيط أن المنشأة سوف تقوم ببرامج عادى لعملية الترويج الخاصة بإدخال المنتج الجديد في السوق . ومن هنا فإننا أزلنا عنصر عدم التأكد الخاص بتمسقات المنافس ( منقضاء ب ) طبقاً لذلك كما هو مبين في الشكل التالي فإن القرار الأمثل Optimum Decision للنشأة ١ هو أن تقوم بعمل الترويج وليس هناك دماى لبرنامج مكثف لذلك .



وعلا لاشك فيه فإن القرار الأمثل سوف يختلف إذا كان مبروفاً مقدماً أن  
أن المنشأة ب سوف تقوم ببرنامج مكثف لتقديم المنتج الجديد في السوق ، فن  
وجهة نظر المنشأة ؛ فإن مساهمتها أن تقوم في هذه الحالة ببرنامج مكثف الترويج  
كما هو مبين في الشكل التالي :

نصف الذئب  
(ربما ينجو)

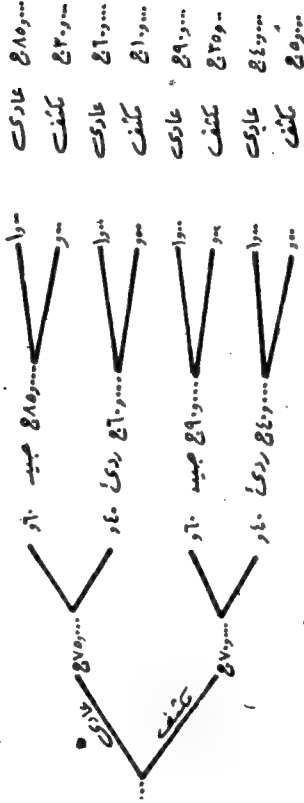
الربيع الموشح  
للنشأة

الربيع الموشح  
حالة البصم  
السرير

نصف النشأة  
نصف البصم

ب

ب



غير أننا لو فرضنا زيادة عناصر عدم التأكد في هذا الموقف كما يلي :

١ - أن حالة السوق غير معروفة .

٢ - أن خطط ونوايا ( تصرف ) المنشأة بـ بخصوص برنامج الترويج

للمنتج الجديد غير معروفة أيضاً :

فإذا كل المعلومات التي أمكن معرفتها هو أن احتمال أن المنشأة بـ تقوم

ببرنامج مكثف الدعاية عبارة عن ٠,٧٠ . ويمكن بناء على ذلك عمل شجرة قرارات

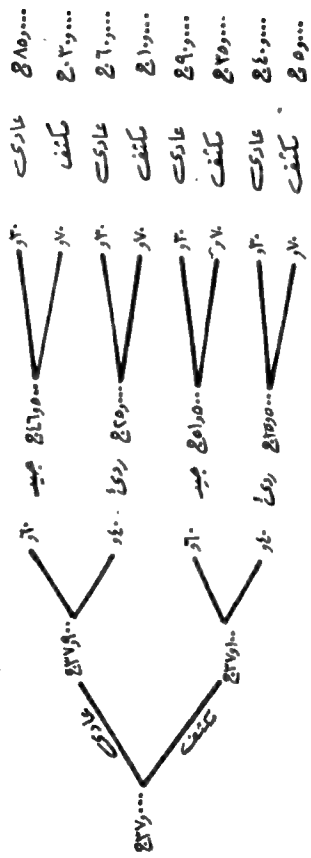
توضح ذلك وسوف نجد كما هو مبين في الشكل التالي أن القرار الأمثل هو أن

تقوم المنشأة ١ في مثل هذه الظروف ببرنامج دعائه عادي حيث أن ذلك سوف

يمكنها من تحقيق أعلى ربح ممكن .

تصرف المنشأة      الربح المتبع      الاضمار      الربح المتبع      الاضمار      تصرف المنشأة

٢      ٢      ٢      ٢      ٢



يلاحظ في الشكل السابق أنه يمثل حالة بسيطة وهي أن المنشأة ب تقوم باتخاذ قراراتها متجاهلة Ignoring القرارات الممكنة التي يمكن أن تتخذها المنشأة . ولكن هذا الوضع نادراً أن يحدث في المشاكل العملية الحقيقية . فإلى حد كبير يقوم المنافس بالأخذ في الحسبان لدرجة كبيرة القرارات الممكنة Possible decisions التي قد يتخذها بقية المنافسين .

فنلاحظ أيضاً العملية نجد أن المنشأة ب سوف تتصابق إذا ما عرفت تفكير المنشأة أ بخصوص تصرفات المنشأة ب الممكنة . فمثلاً إذا عرفت المنشأة ب أن المنشأة أ تضع احتمالات قدرها ٧٠٪ وذلك أن تقوم المنشأة ب ببرنامج دعاية مكثف وأيضاً عرفت المنشأة ب طريقة تفكير المنشأة أ كما هو مبين في الشكل السابق وأيضاً عرفت أن القرار الأمثل للمنشأة أ هو أن تقوم ببرنامج دعاية عادي ، فإن المنشأة ب قد تقسوم ( تغير من تصرفاتها ) ببرنامج دعاية مكثف ( حل فرض أن المنشأة ( ستقرر ببرنامج دعاية عادي ) وبالتالي تطيح بحزم من أرباح المنشأة أ . بمعنى أنها ستحقق أرباح حل حساب المنشأة ( .

يلاحظ أن هذا النوع من المشاكل الإدارية يعد السبب الحقيقي في ظهور نظرية المباريات . وبالرغم من أن هذا النوع من المشاكل قد بدأ جداً نظرية المباريات ظهرت في أواخر الأربعينات .

فمثلاً مشكلة اتخاذ قرار بخصوص برنامج الدعاية السابق التمرس لها أعلاه يشابه كثيراً المواقف الخاصة باتخاذ قرارات بواسطة مجموعة من اللاعبين في مباراة معينة . ومن هنا جاءت التسمية لهذا النوع من النماذج Models في حل بعض المشكلات الخاصة بالمدير .

وتعد الخاصية الرئيسية لنظرية المباريات أنها تفترض أن كل متخذ قرار Each Decision Maker يأخذ في حسابه كل القرارات والمحاط الممكنة التي يتخذها بقية متخذي القرارات The Other Decision Markers ( بقية أطراف اللعبة ) .

وفي الحالات التي يستخدم فيها نموذج المباريات يفضل تصوير البيانات في شكل جدول ثلثا بخصوص المشكلة الخاصة بالدعاية السابق التمرس لها يمكن تصوير البيانات كما يلي :

تصرف المتشاة ب		
برنامج هادى	برنامج مركز	
ج ٨٥٠.٠٠٠ المتشاة ١	ج ٣٠٠.٠٠٠ المتشاة ١	برنامج هادى للدعاية
		تصرف المتشاة ١
ج ٩٠.٠٠٠ المتشاة ١	ج ٣٥٠.٠٠٠ المتشاة ١	برنامج مركز للدعاية

في هذه الحالة . كل متشاة لديها بديلين أو نوعين من الخطط فقط  
 Only two Courses of actions . الممكن التفكير فيهم ، أيضا أنه يفترض  
 أن هذين البديلين معروفان لكل متشاة . وبالطبع فإنه في كثير من الأنواع  
 الأخرى لها كل يوجد أعداد كبيرة من الخطط الممكن أن تفكر فيها أن متشاة  
 يعطى الجدول السابق مقدار الربح الذي سوف تحققه المتشاة ١ في ظل تصرفات  
 كلا من المتشاتين معا .

مثلا قيام ١ ببرنامج هادى ٦ ب ببرنامج هادى سوف يحقق ٨٥٠.٠٠٠ ج  
 أرباحا .

قيام البرنامج مركز ٦ ب البرنامج مركز سوف يحقق ٢٥٠.٠٠٠ ج  
أرباحاً .

قيام البرنامج هادي ٦ ب البرنامج مركز سوف يحقق ٢٠٠.٠٠٠ ج  
أرباحاً .

وهكذا بالإضافة إلى أنه يفترض في هذا المثال أنه لا يوجد عوامل خاصة  
بعدم التأكد بخصوص حالة السوق ، والتبسيط فإنه يفترض أن حالة السوق  
جيدة .

ويمكن تلخيص القروض التي تعتمد عليها نظرية المباريات .

١ - أن كل متخذ قرار يقوم فقط بالتفكير في عدد محدود من القرارات  
لحل مشكلة معينة وأنه يعرف نوايا وخطط المنافسين (The other decision  
Makers)

٢ - أن كل متخذ قرار يعرف النتائج التي ستحدث للآخرين وذلك كنتيجة  
لتصرفات الجميع مجتمعة .

٣ - أن المكسب الذي يحققه أحد الأشخاص يكون على حساب الآخرين  
(إذا كسب شخص سوف يؤدي ذلك إلى خسارة الآخرين Zero-sum  
Models)

ويمكن توضيح كيفية استخدام نظرية المباريات كما يلي :

أولاً : الحلول أو القرارات الثابتة :

يمكن تحليل المشكلة من وجهة نظر المنشأة ١ كما هو مبين في الجدول السابق ،  
إذا كانت المنشأة ١ تعرف مقدماً قسرات المنشأة ٢ فإنه بالتالي لا توجد أي  
صعوبات أمام المنشأة ٢ في عملية اتخاذ القرار . فإذا اختارت المنشأة ٢

القيام ببرامج عادية للدعاية فإنه طبيعياً من مصلحة المنشأة أ أن تقوم ببرامج دعائية  
مركز وتحصل على ٩٠.٠٠٠ ج كأرباح .

وإذا كانت المنشأة أ تعرف بأن المنشأة ب سوف تقوم ببرامج دعائية مركز  
فإنه من مصلحة المنشأة أ أن تقوم ببرامج دعائية مركز أيضاً . ذلك سوف  
يؤدي إلى تحقيق ٢٥.٠٠٠ ج كأرباح للمنشأة أ .

الجدول التالي يبين ذلك :

إذا كان تصرف المتعاذ به

- ١ - برامج دعاية عامة
- ٢ - برامج دعاية مركز

أحسن تصرف للمتعاذ به

- برامج دعاية مركز
- برامج دعاية مركز

الرجح للمتعاذ به

- ج ١٥٠٠٠٠
- ج ٢٥٠٠٠٠

إذا كان تصرف المتعاذ به

- ١ - برامج دعاية عامة
- ٢ - برامج دعاية مركز

أحسن تصرف للمتعاذ به

- برامج دعاية مركز
- برامج دعاية مركز

الرجح للمتعاذ به

- ج ٢٠٠٠٠٠
- ج ٢٥٠٠٠٠

وبلاحظ من الجدول السابق أن أحسن تصرف للمنشأة هو القيام  
ببرنامج دعاية مركز ، وفي الجزء الأسفل من الجدول السابق يبين المشكلة من  
وجهة نظر المنشأة ب ، ولما كان أى ربح يتم تحقيقه بواسطة المنشأة يكون  
على حساب المنشأة ب ، فإننا يمكن تحديد أحسن تصرف للمنشأة ب وذلك  
في تنوع تحديد التصرف الذى يحقق أقل الأرباح  $\text{minimum profit}$   
للمنشأة ب

فإذا قامت المنشأة ب ببرنامج دعاية عادى فإن من مصلحة المنشأة ب أن  
تقوم ببرنامج دعاية مركز وبالتالي سوف تقوم بتخفيض أرباح المنشأة ب إلى  
٣٠٠٠ ج . وإذا قامت المنشأة ب ببرنامج دعاية مركز فليس من مصلحة المنشأة  
ب أن تقوم ببرنامج دعاية مركز .

وبالتالى نجد أن أحسن قرار للمنشأة ب هو أن تقوم ببرنامج دعاية مركز  
في مواجهة أى قرار أو تصرف تقوم به المنشأة ب .

وأيضاً من مصلحة المنشأة ب أن تقوم ببرنامج دعاية مركز بصرف النظر  
عن برنامج الدعاية الخاص بالمنشأة ب . وذلك القرار سوف يؤدي إلى تحقيق  
٣٥٠٠ ج أرباح للمنشأة ب .

ويسمى هذا النوع من القرارات بالقرارات المتوازنة

"equilibrium Solutions"

وذلك لأنه قرار ثابت Stable ، بمعنى آخر أن هذا القرار يواجهه أى  
تصرف تقوم به المنشأة الأخرى وبالتالي لا يحدث تعديل في القرار لمواجهة  
تصرف المنشأة الأخرى . فمثلاً بالنسبة للمنشأة ب في مواجهة الدعاية المركزة  
من جانب المنشأة ب فإنه لا يوجد أى مكسب  $\text{no gain}$  للمنشأة ب أن  
تقوم ببرنامج دعاية عادى . وأيضاً بالنسبة للمنشأة ب في مواجهته الدعاية

المركزة من جانب المنهارة ١ فإنه لا يوجد أى مكسب المنهارة ب أن تقوم ببرنامج  
دعاية عادى .

ثانياً : إجراءات تطبيق أسلوب المبادرات .

يمكن تنظيم الشرح السابق ذكره أعلاه فى شكل مجموعة من الإجراءات لحل  
مشكلة الدعاية كما يلى فى الجدول التالى :

تصرفات المنشأة ب		تصرفات المنشأة	
٢٠٠٠	٢٠٠٠ ج ١	٨٠٠٠ ج ١	برفاج دعاية عادي
٢٠٠٠	٢٠٠٠ ج ١	٩٠٠٠ ج ١	برفاج دعاية مركز
	٢٠٠٠ ج ١	٩٠٠٠ ج ١	

لكل صف Row يتم اختيار الحد الأدنى للربح ويتم تسجيله في نهاية الجدول كما هو مبين . فبالنسبة المنشأة ( تم اختيار أسوأ Worst ناتج يمكن أن يحدث من التصرفات الممكنة ، ونجد أن ذلك هو ٢٠,٠٠٠ جنيه في حالة قيامها ببرنامج دعاية مادي ٦ ٢٥,٠٠٠ جنيه في حالة قيامها ببرنامج دعاية مركز .

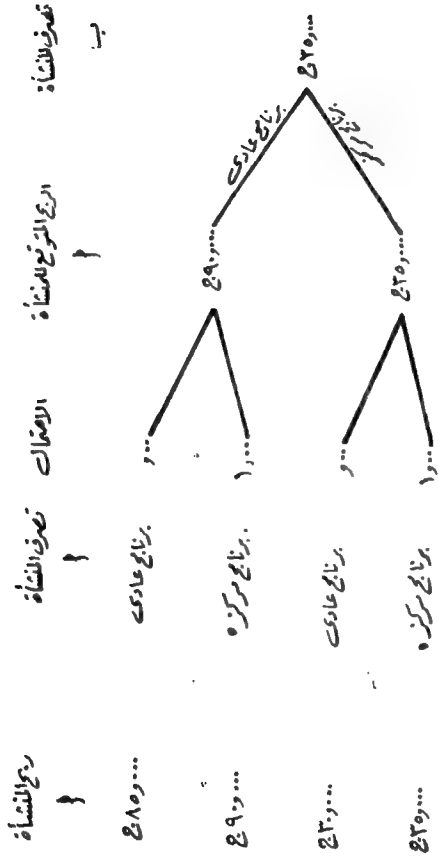
وبالنسبة لأقصى الأرباح الممكن الحصول عليها يتم تعريفها في أسفل الجدول كما هو مبين .

ومن الصفوف والأعمدة يمكن معرفة أحسن وأسوأ الحلول لكل من المتنافسين . ولما كان تحقيق ربح لأي من المتنافسين يكون على حساب الأخرى at the Expense of the other فإن أحسن حل لمنشأة ما يكون أسوأ حل للأخرى وهكذا .

إذا قامت المنشأة ب برنامج دعاية مادي ، فإن أقصى ربح يتحقق للمنشأة ( عبارة عن ٩٠,٠٠٠ جنيه ، وإذا قامت ببرنامج دعاية مركز فإن أقصى ربح للمنشأة ( عبارة عن ٣٥,٠٠٠ جنيه ، وبالتالي فإن من وجهة نظر المنشأة ب يمكن الحل المناسب لها هو ذلك الذي يحقق المنشأة ( أقل ربح يمكن وهو تحقيق ربح قدره ٣٥,٠٠٠ جنيه .

والجدول السابق يبين ذلك الحل . ففي الطرف الأيمن للجدول تم وضع أقل القيم في كل صف Row Minimums في الصف الأول تم وضع أقل قيمة وهي ٣٠,٠٠٠ جنيه وكذلك في الصف الثاني تم وضع أقل قيمة في هذا الصف وهي ٣٥,٠٠٠ جنيه . أما في أسفل الجدول فقد تم وضع أكبر القيم في كل عمود Column Maximums في العمود الأول تم وضع أكبر القيم في هذا العمود وهي ٣٥,٠٠٠ جنيه .

ويمكن بيان ذلك باستخدام شجرة القرارات كما يلي :



شجرة القرارات من وجهة نظر المنشأة ب

نصف المنشأة

المرتبة للمنشأة

الامتلاك

نصف المنشأة

ب

٢

نصف المنشأة

١

برامج عادية

٤٠٨٥٠٠٠



برامج مركز

٤٢٠٠٠٠

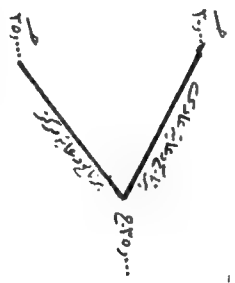
برامج عادية

٤٩٠٠٠٠

برامج مركز

٤٢٥٠٠٠

شجرة القرارات من وجهة نظر المنشأة ١



ولما كان في التحليل السابق قد تم إقراض أن المنشأة ١ ترى أنه من صالح المنشأة ٢ أن تقوم ببرناج دعاية مركز فائدة تم تخصيص احتمال ١,٠٠٠ لذلك الحدث ، نتيجة ذلك فإن التصرف الأمثل للمنشأة ١ هو أن تقوم ببرناج دعاية مركز ، ذلك سوف يحقق أرباح قدرها ٣٥,٠٠٠ ج .

وأيضا بالنسبة للمنشأة ٢ فإن الاحتمال عبارة عن واحد صحيح (١,٠٠) أن المنشأة ١ سوف تقوم ببرناج دعاية مركز . وبالتالي فإن أحسن حل للمنشأة ٢ هو أن تقوم ببرناج دعاية مركز . أى بمعنى آخر ذلك التصرف الذى يحقق للمنشأة أقل أرباح ممكنة .

#### استخدام نموذج المباريات في تحليل مشاكل العلاقات المالية :

كما لاشك فيه أن عملية المساومة بين الإدارة والعمال تكون معقدة جداً وبالتالي فإن استخدام أسلوب المباريات في بيان كيفية التعامل مع هذا النوع من المشاكل يحتاج إلى وضع يحقق الشروط التى تجعل هذه المشاكل بسيطة .

ولنفرض أن إحدى المنشآت أقامها أسلوبين يمكن اتباع أيهما في عملية المساومة بين الإدارة والعمال بخصوص زيادة الأجور .

( أ ) أن تتبع الإدارة أسلوب متواضع Moderate في مساومتها مع العمال بخصوص الأجور .

( ب ) أن تتبع الإدارة أسلوب متشدد Hard في مساومتها مع العمال بخصوص الأجور .

في نفس الوقت نجد أن ثقافة العمال يمكنها إتباع أى من الاستراتيجيتين أمام الإدارة في عملية المساومة بخصوص الأجور .

وبالتالى يمكن تصوير ذلك في الجدول الآتى :

تصرفات القضاة

تصرفات القضاة	أرباح أساليب متزايدة	أرباح أساليب متزايدة	أن تأخذ أساليب متزايدة في المصاريف	تصرف الادارة
جني ١,٢٠	٤,٨٠	٤,٢٠	٤,٢٠	٤,٨٠
جني ١,٠٠	٤,٨٠	٤,٢٠	٤,٢٠	٤,٨٠
جني ١,٠٠	٤,٨٠	٤,٢٠	٤,٢٠	٤,٨٠

فن وجهه نظر الإدارة نجد :

١ - الزيادة في الأجر عبارة عن ١,٧٠ جنيه إذا قامت بإتباع أسلوب متوازن في المساومة .

٢ - الزيادة في الأجر عبارة عن ١,٠٠ جنيه إذا قامت بإتباع أسلوب متعقد في المساومة .

ومن وجهة نظر النقابة نجد :

١ - ستحصل على زيادة قدرها ١,٦٠ جنيه إذا قامت بإتباع أسلوب متوازن في المساومة .

٢ - ستحصل على زيادة قدرها ٨٠ جنيه إذا قامت بإتباع أسلوب متعقد في المساومة .

وبالتالي فإن أحسن حل لسكل من الإدارة والنقابة أن يقوموا بإتباع أسلوب متعقد في عملية المساومة . غير أن أقل قيمة في السمره الأخير في الجدول (١,٠٠ جنيه) لانساي أكبر قيمة في الصف الأخير في الجدول (٨٠,٠ جنيه) .

هذا يعني أنه من مصلحة كل من أعضاء الفريق - في ضوء تصرف الآخر - أن يتصرف تصرفاً مختلفاً عن الذي تم تعديده بواسطة الجدول ففي مواجهة قيام النقابة بإتباع أسلوب متعقد في المساومة ، أن تقوم المنشأة بإتباع أسلوب متوازن (بدلاً من الأسلوب المتعقد) . وبالتالي سيزداد الأجر فقط بمقدار ٨٠ جنيه بدلاً من ١,٠٠ جنيه .

غير أن إذا قامت المنشأة بإتباع أسلوب متوازن فإن النقابة قد تجد أنه من الأفضل لها إتباع أسلوب متوازن . وذلك قد يجعل المنشأة أن تنهر من خطئها ثم تتبع أسلوب متعقد ، مما يجعل النقابة أن تنهر خطئها أيضاً وتتبع أسلوب متعقد .

كيف يمكن الخروج من هذه المعضلة ؟

يمكن حل هذا النوع من المشاكل التي لا يوجد فيها الحلول المتوازنة وذلك باستخدام المقاهيم الآتية :

١ - الخليط الاحتمالي Probability mixtre

٢ - الاستراتيجيات الأساسية Pure Strategies

والاستراتيجيات الأساسية هي عبارة عن تلك الحلول أو القرارات التي يأخذها في الحسبان أعضاء الفريق .

والخليط الاحتمالي للاستراتيجيات الأساسية ويسمى في بعض الأحيان خليط الاستراتيجية Mixed Strategy . عبارة عن مجموعة من الاستراتيجيات التي يتم اختيارها بناء على مجموعة من الاحتمالات .

تعدد أحسن خلطة من الاستراتيجيات لكل من الأطراف

The best Mixture of Strategies for Each Party

حينما نجد أن تحليل المشكلة يؤدي إلى الحصول على موقف فيه لا تساوى أقل قيمة في العمود الأخير من الجدول Minimax مع أكبر قيمة في الصف الأخير من الجدول Maximax ( بمعنى آخر لم نحصل على جدول متوازن An Equilibrium Soution ) فإن الأمر يتطلب الحصول على حل متوازن أن نعتمد على مفهوم الخليط الاحتمالي للاستراتيجيات لكل طرف من أطراف المباراة .

بمعنى آخر أن عملية اختيار استراتيجية معينة بواسطة أى طرف من أطراف المباراة تم طبقاً لتخصيص قيمة احتمالية لكل من الاستراتيجيات الممكنة إتباعها بواسطة أى طرف من الأطراف . يتم ذلك كما هو موضح في الجدول الآتي :

الاحتمال من وجهة نظر الإدارة ب	استراتيجيات التقاية :	اتباع أسلوب متواضع ج ٨٠	اتباع أسلوب متواضع ج ١٢٠	استراتيجيات الإدارة
ب - ١٠٠	ج ١٠٠	ج ٦٠	اتباع أسلوب متعدد	الاحتمال من وجهة نظر التقاية
	ج ١٠٠ جنيه	ب		

يشير الحرف ب في الصف الأول من الجدول إلى مقدار الاحتمال الخاص بقيام المنشأة باتباع أسلوب متواضع لحل المشكلة مع النقابة . ولما كان لا يوجد إلا استراتيجيات أخرى يمكن إتباعها في المساومة ( إتباع أسلوب متشدد ) فإن احتمال أن تتبع الإدارة أسلوب متشدد عبارة عن :-

$$( ١,٠٠ - ب )$$

حـل المشكلة من وجهة نظر الإدارة :

أولاً : مقدار الزيادة في الأجور في حالة :

أ - قيام المنشأة باتباع أسلوب متواضع

وب - قيام النقابة باتباع أسلوب متواضع

ثانياً : مقدار الزيادة في الأجور في حالة :

أ - قيام المنشأة باتباع أسلوب متواضع

وب - قيام النقابة باتباع أسلوب متشدد

الحالة الأولى

مقدار الزيادة في الأجور =

$$(١) \quad ١,٢٠ + ب,٦٠ - (١,٠٠ - ب)$$

الحالة الثانية

مقدار الزيادة في الأجور =

$$(٢) \quad ١,٨٠ + ب,١٠٠ - (١,٠٠ - ب)$$

ولما كان الحل المتوازن Equilibrium Solution يمكن الحصول عليه وذلك إذا كان مقدار الزيادة في الأجور في الحالة الأولى متساوياً مع مقدار الزيادة في الأجور في الحالة الثانية فإن الأمر يتطلب إذن أن نجعل المعادلتين (١) و (٢) متساويتين كما يلي :

$$1,20 + (b - 1,00),60 = 1,80 + b,00 - (b - 1,00),40$$

$$1,20 + b,60 - b,60 = 1,80 + b,00 - b,40 + 1,00,40$$

$$1,20 + b,60 - b,60 = 1,80 + b,00 - b,40 + 0,40$$

$$1,20 = 1,80 + b,00 - b,40 + 0,40$$

$$b,00 = 0,00$$

وبالتالي فإن :

$$احتمال أن تقوم المنشأة بإنتاج أسلوب متواضع = 0,00$$

$$احتمال أن تقوم المنشأة بإنتاج أسلوب متعدد = 1,00 - 0,00 = 1,00$$

وبالتالي يمكن من طوبى جدول الأعداد العشوائية تخصيص مثلاً الأعداد

من ١ إلى ٥٠ وذلك لتبر من إنتاج الأسلوب المتواضع والأعداد من ٥١

إلى ١٠٠ وذلك لتبر من إنتاج الأسلوب المتعدد . ويمكن استخدام جدر

للأعداد العشوائية كما يلي :-

جدول الأعداد المشوائية

٧١٩٢	٩٦٠٠	٢٥٠٩	٥٩١٥	٦٨٦١	٢١٤٤
٥٩٥٥	٢٨٢٥	٢٦٠٧	٩٦٠٨	٩١٦٠	٢٤١٦
٢٩١٦	٦١٨١	٨٧٦٢	٨٩٢٤	٨٣٨٠	١٧٢٩
٦٥٦٢	٦١٩٩	١٦٩٦	٨٨٧٢	٧٢٨٥	٢١٣١
٨٢٣١	٢٦١٢	٠٥١٨	٢٩٦٥	٤٥٨٢	٦٨٨٥
١١٠١	٢٠٦٢	٤٤٠٤	٥٢٥٩	٢٥٩٦	١٦٩٤
٧٦٩١	١٧٢٤	٤٥٩٤	٥١٦٦	٥١٤٧	٧٩٥٨
٧٠٨٢	٢٧٤٥	٢٢٥٢	٢٦٢٧	٠٩٩٢	٧٣١٤
٦٤٥٦	٦٥٢٧	١٧٩١	٦٧٢٦	١٢٩١	٥٤٢٢
٧٤٠٩	٨٨٧٨	٩٢٤١	٢٠٢٥	٤٠٩٢	٨٧٧٧

فإذا فرضنا أن نختار المدينين الأولين من الرقم الأول في الركن الثاني  
لجدول الأعداد المشوائية نجد ٩٢ وهذا يشير طبعاً لما تقدم قيام المنشأة  
باتباع أسلوب متعدد في المساومة . من الطبيعي أن النقابة لا تعرف مقدماً  
دوايب الإدارة .

حسب المشكلة من وجهة نظر النقابة :

أولاً : مقدار الزيادة في الأجور في حالة :

١ — قيام النقابة باتباع أسلوب متواضع

وب — قيام المنشأة باتباع أسلوب متواضع

ثانياً : مقدار الزيادة في الأجر في حالة :

١ - قيام النقابة باتباع أسلوب متواضع

و ب - قيام النقابة باتباع أسلوب متشدد

الحالة الأولى

$$\text{مقدار الزيادة في الأجر} = ١,٢٠ + ب + ٨٠,٠ (١,٠٠ - ب)$$

الحالة الثانية

$$\text{مقدار الزيادة في الأجر} = ١,٢٠ + ب + ١,٠٠ (١,٧٠ - ب)$$

والحصول على الحل المتوازن نقوم بما يلي :

$$٨٠,٠ + ١,٢٤ + ب = ٨٠,٠ + ب + ١,٠٠ - ١,٠٠$$

$$٨٠,٠ + ب = ١,٠٠ - ١,٠٠ + ٨٠,٠$$

$$٨٠,٠ = ب$$

احتمال أن تقوم النقابة باتباع أسلوب متواضع = ٨٠,٠

احتمال أن تقوم النقابة باتباع أسلوب متشدد = ١,٠٠ - ٨٠,٠ = ٢٠,٠

ولكي نقوم النقابة باختيار استراتيجية فإنها تستخدم أي هذا جدول الأعداد العشوائية كما يلي :

١ - تخصيص الأعداد من ١ إلى ٢٠ لكي تعبر عن قيام النقابة باتباع أسلوب متواضع .

٢ - تخصيص الأعداد من ٢١ إلى ١٠٠ لكي تعبر عن قيام النقابة باتباع أسلوب متشدد .

ولنفرض أن النقابة قامت باختيار الرقم العشوائي الذي يقع في أنص  
الركن الشمال في الجزء الأسفل للجدول وهو ٨٤٩٩ ثم تختار أول عددين  
في هذا الرقم وهما ٩٩ وهذا يشير إلى أن النقابة ستختار اتباع أسلوب متشدد  
في عملية المصارعة مع الإدارة . وبالتالي ستكون الزيادة في الأجور  
عبارة عن ١,٠٠ ج كما هو مبين في الجدول السابق . ويمكن توضيح ذلك على  
شجرة القرارات كما يلي :



شجرة المناقشة  
واقعا يدركها

الزيادة في الذخيرة  
الفرقعة

الاعتماد على

تصرف النقابات

الزيادة في الذخيرة

اتباع اسلوب متواضع

١٢٠

اتباع اسلوب متشدد

٨٠

اتباع اسلوب متواضع

١٦٠

اتباع اسلوب متشدد

١٠٠



شجرة القرارات من وجهة نظر المناقشة



خيارات المتكاملة . الزيادة في الأرباح  
مكافئاً للمرتفعة

الزيادة في الأرباح

تصريف النقابة

الاضرابات

٢٠٠

إنتاج لؤلؤ متواضع

٥٠

١٠٠

٢٠٠

إنتاج أسلوبي متفرد

٥٠

١٢٠

٢٠٠

إنتاج أسلوبي متواضع

٥٠



١٠٠

إنتاج أسلوبي متفرد

٥٠

شجرة القرارات - من وجهة نظر المتقارب



## تطبيقات

### تطبيق رقم ١ :

يقوم بإنتاج الأغذية المفضلة في إحدى الأسواق شركتين منفصلتين من بائعين الملكية والإدارة ويتنافسان مع بعضهما في سبيل تصرف متجانها لكن تكاد تكون متطابقة في كل شيء . تفكر الشركتين في تطوير عبوات منتجاتهما كسياسة تسويقية للتوطيد المركز السوق لها . وأمام كل شركة سياستين للعبوة:

(١) تصميم عبوات غير عادية ومكلفة كثيراً المستهلك .

(ب) تصميم عبوة عادية وغير مكلفة كثيراً المستهلك .

ونفترض أن الأرباح من وجهة نظر المستهلك كما يلي :

أولاً : حالة السوق جيدة :

#### تصرفات المستهلك ب

عبوة غير عادية

عبوة عادية

(١٠,٠٠٠) ج

عبوة عادية ٢٥,٠٠٠ ج

#### تصرفات المستهلك ١

(٥,٠٠٠) ج

عبوة غير عادية ٤٠,٠٠٠ ج

ثانياً : حالة السوق سيئة :

**تصرفات المنشأة ب**

عبوة غير عادية	عبوة عادية
ج ( ١٥,٠٠٠ )	ج ١٥,٠٠٠

**تصرفات المنشأة ١**

عبوة غير عادية	ج ٢٥,٠٠٠
ج ( ٢٥,٠٠٠ )	

فإذا كان احتمال أن يكون السوق جيد عبارة عن ٧٠, (وطبعاً أن يكون ردى سيكون ٣٠), ماهو أحسن قرار تتخذه المنشأة ١ إذا كان معلوماً مقدماً أن المنشأة ب سوف تقوم بإعداد عبوة عادية .

تطبيق رقم ٢ :

هل يتغير قرار المنشأة ١ إذا كان معلوماً مقدماً لها أن المنشأة ب سوف تقوم بإعداد عبوة غير عادية لمنتجاتها .

تطبيق رقم ٣ :

بفرض أن تصرفات المنشأة ب غير معروفة مقدماً ، وقامت المنشأة ١ بتقدير احتمال أن تقوم المنشأة ب بإنتاج عبوات غير عادية عبارة عن ٦٠, فإذا سيكون أحسن قرار المنشأة ١ .

تطبيق رقم ٤ :

لتفرض أن حالة السوق جيدة ولكن غير معلوماً مقدماً لأي من الشركتين نوايا الأخرى فكيف يمكن باستخدام أسلوب المباريات معالجة هذه المشكلة .

رقم ٥ :

لتفرض أن حالة السوق سيئة وأيضاً غير معلوماً مقدماً لأي من الشركتين  
أو أي الأخرى فكيف يكون باستخدام أسلوب المباريات معالجة هذه المشكلة .

تطبيق رقم ٦ :

لتفرض في حالة المساومة بين النقابة والإدارة قد حصلت على البيانات الآتية  
المعطاة في الجدول الآتي :

نصرفات النقابة

إتباع أسلوب متواضع      إتباع أسلوب متشدد

ج ١,٢٠	ج ٦٠	إتباع أسلوب متواضع
نصرفات الإدارة		

ج ٨٠	ج ١,٠٠	إتباع أسلوب متشدد
ما هو أحسن استراتيجية للمنشأة		

تطبيق رقم ٧ :

ما هو أحسن استراتيجية للنقابة .

تطبيق رقم ٨ :

مستخدماً الاحتمالات التي حصلت عليها في معالجة المشكلتين ٧ ، ٦ أعلاه

كيف يمكنك بناء شجرة قرارات المتفاعة بخصوص حل مشكلة المساومة مع العمال على زيادة الأجور .

تطبيق رقم ٩ :

مستخدماً الاختيالات التي حصلت عليها في معالجة المعضلتين ٧، ٦ أعلاه كيف يمكنك بناء شجرة قرارات المتفاعة بخصوص حل مشكلة المساومة مع الإدارة على زيادته الأجور .

## الباب الثامن : تحليل النظم



# الباب الثامن

## تحليل النظم

### Systems Analysis

#### مقدمة في تحليل النظم :

يمكن النظر إلى المنظمات البشرية على أنها مجموعة من النظم المتداخلة في شكل شبكة network يتم تصميمها لكي تحقق الأنشطة الحيوية واللازمة لبقاء واستمرار الوجود الإنساني . ولما كنا بش في عالم متغير ومتعدد باستمرار فإن هناك حاجة باستمرار إلى تطوير وتنمية النظم التي تقوم بتحقيق أهدافنا . فمثلاً منظماتنا الرسمية سواء كانت حكومية أو منظمات أعمال أو مؤسساتيات . . . الخ ، فإنما تحتاج إلى نظم وإجراءات وذلك لكي ترشد التصرف والتنفيذ اليومي للأعمال اليومية . باختصار شديد نستطيع أن نقول أننا نعيش في عالم للنظم سواء كانت هذه النظم بيولوجية أو أنها من صنع الإنسان .

ويلاحظ أن هناك العديد من الموارد يتم تعبئتها وذلك لضمان التشغيل الفعال لنظام معين . ويمكن القول أن أهم هذه الموارد يكون المنصر البشري ، إن الإنسان هو الذي يقوم بتشغيل Operate النظام وأيضاً هو الذي يستخدم منتجات النظام Output وبالتالي إن لم يحصل النظام على تأييد Support ومعاونة من مستخدمييه فإن فاعله أمرأ محققاً .

تعد عملية تشغيل البيانات إلكترونياً Electronic Data Processing أو ما يطلق عليها الآن باختصار EDP إحدى الموارد الهامة للنظم . فهو أنه بالرغم من ذلك لم تصل هذه العملية إلى السكال بعد . فإن كثيراً من المنظمات قد فحلت في الاستفادة من هذا المورد الهام وذلك بصعب سواء استخدام هذه المعدات

وليس بسبب هذه المعدات نفسها ، فثلا أسباب ذلك هو العنصر البشري الإي  
يحدد استخدامات هذه المعدات والمجال الذي تستخدم فيه .

يعد كل مدير مسئولاً عن مجموعة من النظم وذلك لكي يحقق أهدافه وفي  
داخل كل نظام يوجد مجموعة من الإجراءات وذلك لكي ترشد المردودين  
وتوجه جهودهم وذلك لتحقيق الأهداف .

وبلاحظ أن النظم والإجراءات في أى منظمة يتم بنائها على مجموعة من  
الحقائق ، الآراء ، الأفكار المنطقية بأهداف المنظمة .

#### تعريف النظم والإجراءات :

يمكن تعريف النظام بأنه شبكة من الإجراءات المتداخلة والمتداخلة لكي  
تحقق نشاط معين .

A network of Interrelated procedures that are Joined  
together to perform an activity.

أما الإجراء فإنه مجموعة من الخطوات Step by step المحددة بشكل واضح  
لتعليمات التي تشرح ما يلي :

١ - ماذا يجب تأديته .

٢ - من يؤديه .

٣ - متى يجب تأديته ،

٤ - كيف يتم تأديته .

٥ - أين يتم تأديته .

وعادة يمكن تقسيم النظم إلى مجموعتين :

(١) النظام المغلق : وهو النظام الذي يحتوي على أجهزة رقابية أو أجهزة  
توجيه وذلك لتوجيه عملياته وتعديلها طبقاً لبيانات يحصل عليها من ذات  
النظام . يمكن تسمية هذا النوع من الأنظمة بأجهزة التكيف التي تعدل من نظام  
تفصيلها طبقاً لتغير درجة حرارة الحجرات .

(ب) النظام المفتوح : وهو ذلك النظام الذي لا يدخل من عملياته ذاتياً وإنما يجب باستمرار أن يوضع لإشراف العنصر البشري ، ويمكن تعييه هذا النوع من نظم بالمدفأة التي تقوم بتشغيلها عندما تكون الحجرة باردة ثم تقوم بوقف تشغيلها عندما تصبح الحجرة دافئة وهكذا .

ويلاحظ أن كلا من النظامين يمكن تشغيلها في ظروف مختلفة مثل النظام المغلق يمكن تشغيله فقط في الظروف والأحوال التي لا تحتاج إلى الحكم الشخصي أو حسن التصرف عند الشخص judgment & discretion وبالتالي فإن جهاز الكمبيوتر يستطيع القيام بعمليات الرقابة والتعديل والتوجيه ، أما في الأحوال التي تتطلب human sense أو Appreciation من الأفراد بالنسبة فإن الظروف فهي موضوعية Highly Subjective فإنه لا يناسب من استخدام النظام المفتوح الذي يسمح بإمكانية توجيهه بواسطة الأفراد .

#### تعريف تحليل النظم :

إن مهنة تحليل النظم يختلف من المدخل الخاص بالتجربة والخطأ ، هي مدخل تحليل النظم يتم تحديد جميع المؤثرات والمحددات Constraints وأما تقييمها وذلك عند جميع نقاط القرارات المختلفة Decision points في النظام ، ويمكن تعريف نقطة اتخاذ القرار بأنها تلك النقطة التي عندما إما شخص أو جهاز أو توماتيكي يجب أن يستجيب لمجموعة من البيانات وبناء على ذلك يتخذ قرار ، فمثلاً في جهاز التكييف المهرمونات thermostat نقطة القرار التي عندما إما يدخل على تشغيل الجهاز أو توقفه وذلك في ضوء البيانات التي يتم إرسالها إليه عن درجة حرارة الجو في الحجرة ، أما في حالة المدفأة فإن الفرد هو الذي يقوم بتشغيلها أو تقليل سرعتها أو توقفها وذلك في ضوء إحساسه الشخصي بدرجة حرارة الجو .

#### عمل النظم The Systems Analyst :

يقوم عمل النظم بطرق الأداء a methods person الذي يبدأ بمحاولة متقدمة يقوم بتحليلها وتحديد الحلول الممكنة ، ويستطيع عمل النظم عمل ما يلي :

- وضع أنظمة وذلك لتحقيق أهداف معينة .

- تقييم نظام معين واقتراح بديل له .

ويتم عمل النظم بما يلي :

- ١ - تحديد أهداف النظام .
  - ٢ - تحديد مجال Scope النظام .
  - ٣ - تحديد المعلومات التي يعمل بها النظام .
  - ٤ - تحديد ما يقوم به الأفراد .
  - ٥ - تحديد المعدات ، النماذج . الخ ، التي يتم استخدامها في النظام .
  - ٦ - تحديد المسؤوليات المخصصة لكل قسم من أقسام النظام .
- وبستطيع عمل النظم أن يؤدي وظائفه يدوياً أو بواسطة الحاسوب .

العلاقة بين قسم النظم والأقسام الأخرى في المنظمة :

قد يكون قسم النظم منفصلاً عن الأقسام الأخرى للمنظمة أو قد يكون متكاملاً في واحد منها خاصة ما يكون قسم الحاسوب ، وفي جميع الأحوال فإن العاملين في قسم النظم يقومون بتأدية خدمات لجميع العاملين في الأقسام الأخرى للمنظمة . إن واجباتهم تقديم النصيحة والمفورة والمساعدة وليس التوجيه ،

وظائف قسم النظم :

تعد الوظيفة الرئيسية قسم النظم هو تصميم النظم ، ولكن لكي يستطيع تأدية هذه الوظيفة العامة فإنه يجب أن يكون له تأثير وفوقه في المجالات الآتية

- تصميم النماذج والمستندات .
- تصميم ووضع الإجراءات .
- إدارة الملفات والسجلات .
- الرقابة على التقارير .
- التنظيم الداخلي للسكانب .
- دراسات تبسيط العمل .

### مراحل وضع وتصميم النظام :

- ١ - تحديد المشكلة .
- ٢ - وضع إطار Out line لدراسة النظام .
- ٣ - جمع معلومات مبدئية عن المجالات التي يجب دراستها .
- ٤ - تقويم المداخل بين المجالات الواجب دراستها .
- ٥ - تفهم النظام الحالي .
- ٦ - تحديد احتياجات النظام الجديد .
- ٧ - تصميم النظام الجديد .
- ٨ - إعداد مقارنات التكاليف .
- ٩ - بيع النظام للإدارة .
- ١٠ - تطبيق النظام ، متابعته ، وإعادة تقييمه .

### أهداف تصميم النظام :

إن الهدف الرئيسي لأي نظام هو ضمان التنسيق بين جهودات الإدارة نحو الهدف ، إن دراسات النظم لا تحتوى فقط على الدراسات البسيطة الخاصة بتبسيط العمل ودراسة العمل بل يجب أن تتعدى ذلك لتفهم فلسفة الإدارة ، الأهداف ، السياسات ، الاتصالات . وبالتالي فإن دراسة النظام تركز على التنسيق بين الأفراد ، المعدات ، الأموال ، الوقت وذلك لكي تحقق ما يلي :

- ١ - توصيل المعلومات الجاهزة التي تحتاجها .
- ٢ - تقليل عوامل عدم التأكد .
- ٣ - زيادة طاقات الانتاج .
- ٤ - القدرة على أداء العمل المربح .
- ٥ - زيادة إنتاجية العمل ورأس المال .
- ٦ - تقليل التكاليف .

### الخصائص المطلوب توافرها في النظام :

يجب على النظام أن يعمل على إعداد الإدارة بالمعلومات المطلوبة ، بدرجة عالية من الدقة ، وفي الوقت المطلوب ، بأقل تكلفة . وهناك أيضاً مجموعة أخرى من الخصائص الواجب توافرها في النظام الجيد وهي :

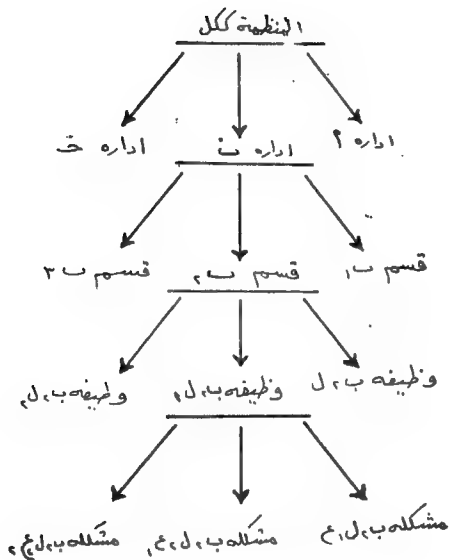
- ١ - وضع معايير establishes standards .
- ٢ - تحديد المسؤوليات للجهات المختلفة للعمل .
- ٣ - تحديد نقط اتخاذ القرارات .
- ٤ - أن يكون واضحاً ومفهوماً .
- ٥ - تحديد معدلات الأداء .
- ٦ - تحديد نطاق التصرف .
- ٧ - أن يكون مرناً لكي يمكنه أن يتكيف طبقاً لأي تنوع في الظروف .

### نطاق النظام :

يقصد بذلك مدى شمولية النظام وبالتالي هناك عدة أنواع من النظم كما يلي :

- ١ - النظام الذي يغطي كل المنظمة the entire organisation جميع الإدارات ، الوظائف . الخ .
- ٢ - النظام الذي يغطي فقط إحدى إدارات المنظمة . و إدارة التسويق ، إدارة التمويل .
- ٣ - النظام الذي يغطي فقط إحدى أقسام المنظمة داخل إحدى إداراتها .
- ٤ - النظام الذي يغطي إحدى الوظائف داخل إحدى الأقسام .
- ٥ - النظام الذي يغطي فقط مشكلة معينة متعلقة بإحدى الوظائف داخل المنظمة .

والشكل التالي يبين هذه الأنواع :





## مراحل تصميم النظام

أولاً : تحديد وتعريف للمشكلة :

يمكن القول أن تحديد واضح للمشكلة مناه الوصول إلى نصف الحل .

A Problem Defined is half Solved

• تعد هذه أول خطوة في تصميم النظام ، والمطلوب طبعاً هو الوصول إلى المشكلة الحقيقية وليس إلى أعراضها . فثلاً قد يبدو أن المشكلة هي عدم وجود أماكن كافية للعاملين في المنظمة . ولكن التحليل الدقيق قد يبين أن المشكلة الحقيقية هي عدم وجود نظام الحفظ والتسجيل وأن عدم وجود الأماكن هو مجرد مظهر وأعراض للمشكلة .

ويمكن لمحلل النظم أن يحصل على معلومات عن المشكلة أو المشاكل الموجودة في المنظمة من مصدرين هما :

( ١ ) من خارج المنظمة :

- المستشارين الخارجيين .
- الاتحادات المهنية .
- الوكالات المحلية والدولية .
- وكالات التأمين .
- المنظمات الأخرى في المجتمع .
- مرآة الحسابات .
- المنافسين .
- العملاء .
- الاتحادات العمالية .

(ب) من داخل المنظمة :

- القوائم المالية .
- الإدارة .
- المنظمات الغير رسمية
- التنظيم الرسمي
- العاملين .
- قسم النظم .
- الميزانية .

وعموماً فإن الوظيفة الرئيسية لقسم النظم ليس الانتظار لحين حدوث المشكلة وظهورها بل يجب أن يكون من الحساسية بـكان حتى يستطيع أن يتوقع المشاكل قبل ظهورها . فثلاً يجب أن يتابع التغيير في الظروف الخارجية التي تعمل فيها المنظمة . ثم دراسة أمر ذلك على المنشأة وعملياتها واقتراح الحلول الممكنة فثلاً يمكن ملاحظة التواسى التالية وتحديد المشاكل التي قد تظهر .

- بطء في نظام التشغيل .
- عدد كبير من العاملين مطلوب لأداء وظيفة معينة .
- عدد قليل أقل من اللازم يقوم بتأدية وظيفة معينة .
- إدخال نظم جديدة في العمل .
- نظام جديد لا يعمل كما يجب .
- بعض المنتجات تكلفتها عالية .
- تغييرات أكثر من اللازم في الإنتاج .
- شكاوى من العملاء .
- شكاوى من الموردين .
- شكاوى من العاملين .

- تحقيق قدر ضئيل من الربح .
- تحقيق قدر ضئيل من المبيعات .
- معدلات دوران عمل مرتفعة .
- معدلات مرتفعة للتأرض .
- انخفاض الروح المعنوية للعاملين .
- معدلات أداء منخفضة .
- كثرة الأخطاء .

ويمكن تحديد المشاكل عن طريق ما يلي :

- ١ - إجراء مناقشات مبدئية مع الإدارة للتعرف على مجالات المشاكل .
- ٢ - دراسة الإجراءات المكتوبة ومحاولة التعرف على المشاكل المتعلقة بالإجراءات .
- ٣ - ملاحظة النظام الحالي .
- ٤ - إجراء مقابلات شخصية مع العاملين لمحاولة التعرف على المشاكل التنظيمية .
- ٥ - جمع معلومات أخرى وتقييم النتائج .
- ٦ - تحديد وتعريف المشكلة الحقيقية .
- ٧ - مناقشة ما توصل إليه مع الإدارة .
- ٨ - كتابة دقيقة للمشكلة أو المشاكل في شكل تقرير .

خطوات تحديد وتعريف المشكلة :

الوصول إلى تحديد واضح ودقيق للمشكلة يجب المرور في ثلاثة مراحل هي :

- ١ - تحديد الموضوع Subject
- ٢ - تحديد النطاق Scope
- ٣ - تحديد الأهداف Objectives

نفرض أن محلل النظم استطاع أن يحدد أعراض Symptoms المشكلة ويرغب في الوصول إلى تحديد دقيق للمشكلة وذلك بالمرور في الثلاثة مراحل المذكورة أعلاه كما يلي :

أولاً : تحديد الموضوع Define the Subject

الموضوع يشير إلى المجال الذي تنبئه المشكلة فمثلاً قد يكون موضوع المشكلة هو : شكاوى العاملين .

ثانياً : تحديد النطاق Define the Scope

فإذا تم تحديد الموضوع يكون الخطوة الثانية تحديد نطاق المشكلة وذلك مثلاً الشكاوى المتعلقة بأجور العاملين .

ثالثاً : تحديد الأهداف Define Objectives

والأهداف هي الأشياء التي نرغب في تحقيقها ، وهنا يجب أن تكون الأهداف متوافقة مع النطاق والموضوع ، فمثلاً فمثلاً هذا قد تكون الأهداف : مراجعة طرق وتعاذج ضبط الوقت من حيث الكفاية والقدرة .

الموضوع : شكاوى العاملين .

النطاق : المشاكل المتعلقة بشكاوى العاملين .

الأهداف : مراجعة طرق ضبط الوقت .

الموضوع : طول الوقت المستغرق لخدمة العميل .

النطاق : المشاكل المتعلقة بإجراءات خدمة العميل .

الأهداف : مراجعة النماذج المستخدمة .

حالة عملية :

نسلم محلل النظم لإحدى الشركات الكبرى التقرير التالي من الآنسة بورهان رئيسة قسم حسابات أوراق القبض بالشركة بخصوص إحدى المشاكل :

## تقرير عن المشكلة

### المشكلة :

بسبب ضيق المكان المخصص لمكاتب قسم حسابات أوراق القبض أصبح من المتعذر لموظفي القسم العمل خصوصاً أن ازدياد حجم العمل أدى إلى زيادة كبيرة في عدد الملفات الجديدة .

### حوادث شائعة بالمهكلة :

أصبح الوقت المستغرق في تأدية العمل طويلاً جداً حيث أن موظفي الحسابات لابد أن يقوموا بالبحث عن الملفات القديمة وذلك في حالة الرغبة في الرجوع إليها إذا كانت متعاقبة بحسابات جديدة .

### أسباب التبليغ عن هذه المهكلة :

إن انخفاض الروح المعنوية وبالتالي انخفاض معدلات الأداء نتيجة للإزدحام الشديد في مكان العمل وعدم الثقة في نظام الملفات .

وفي اليوم التالي قام محلل النظم بمناقشة المشكلة مع الأستاذة نورمان رئيسة قسم أوراق القبض وقد قررا أن يقوم محلل النظم بملاحظة سير العمل في القسم على الطبيعة .

بعد إجراء محادثات مع بعض العاملين في قسم حسابات القبض لاحظ محلل النظم بأن العاملين يقومون بالذهاب كثيراً لحجرة الملفات وقضاء وقت طويل في سبيل الحصول على المعلومات التي سيعملون عليها وبالتالي كثيراً ما تكون حجرة الملفات مزدحمة جداً بالموظفين .

وبناء على ذلك قام محلل النظم بتحديد المشكلة كما يلي :

١ - تحديد الموضوع : ضيق المكان المخصص للمكاتب .

٢ - تحديد المجال : ضيق المكان المخصص لمكاتب حسابات القبض .

٢ - تحديد الأعداد :

( أ ) الحصول على مكان أوسع .

( ب ) رفع الروح المعنوية للعاملين ،

هل تعتقد أن محال النظم قام فعلا بتحديد دقيق للمشكلة ؟  
لماذا ؟

ثانياً : وضع إطار لدراسة النظام :

قبل البدء في دراسة النظم لابد من وضع خطة تحتوي على التواضع الواجب  
دراستها وذلك لإمكانية تقدير الوقت والموارد المطلوبة لإجراء الدراسة .  
وبالطبع فإنه يسبق هذه المرحلة تحديد واضح للمشكلة وأيضاً إتفاق كامل حل  
المهكلة مع الإدارة .

وهناك مجموعة من المجالات يجب أن يأخذها محال النظم في الحسبان عند إعداد  
الإطار الخاص بالدراسة كما يلي :

١ - هيكل التنظيم Organisation Structure

- دراسة التنظيم الرسمي .

- دراسة التنظيم الغير رسمي .

٢ - المنتجات Products

- تحديد المنتجات التي تلتزمها الدراسة .

- هل الملقأة تسمى لتحقيق أكبر ربح .

- . . . الحصول على أكبر نصيب في السوق Market Share .

- . . . النمو .

٣ - السوق Market

- كيف يحقق النظام أهداف المستهلكين .

- . . . الرقابة الداخلية للمنظمة .

٤ — الاتصالات Communication

— تحديد خطوط الاتصالات في المجالات موضع الدراسة .

— تحديد أسباب فشل الاتصالات .

— تحديد أسباب الصراع التنظيمي Organisational Conflict

٥ — المكان أو التنظيم الماخـل Space or layout

— تقييم المساحة المخصصة للعاملين ، المعدات لإسياب العمل Work-flow

٦ — الأشخاص Personnel

— تقييم وضع العمالة بالنسبة لمتطلبات النظام الجديد .

— تحديد مصادر العمالة الإضافية المطلوبة .

— تحديد مصادر إـحلال العمالة الحالية .

٧ — التسهيلات المادية Physical Facilities

— المعدات ، المباني ، وسائل الاتصالات .

— الصيانة .

٨ — الإجراءات Procedures

— مراجعة الإجراءات الحالية .

— ماذا ؟ ، من ؟ ، متى ؟ ، أين ؟ ، كيف ؟ .

٩ — السياسات Policies

— مراجعة سياسات الإدارة .

— السياسات الرئيسية .

— السياسات العامة .

— السياسات المحلية .

١٠ - السجلات Records

- مراجعة نظم الحفظ .
- مراجعة نظم الملفات .
- مراجعة نظم التخزين .

١١ - تشغيل البيانات Data processing

- هل يتم التنظيم حول نظام حالي لتشغيل البيانات .
- هل يتم التنظيم في ضوء نظام جديد لتشغيل البيانات .

مثال لإطار دراسة النظم :

لتفرض أن محلل النظم يرغب في تصميم نظام جسد يد لأوامر العملاء .  
وتفرض أيضا أن الدراسة ستشمل :

- فروع البيع .
- قسم الأوامر .
- قسم مراقبة الائتمان .
- قسم مراقبة الإنتاج .

وفيا على نموذج لإطار هذه الدراسة .

أولا : دراسة قسم الأوامر :

١ - مقابلة مع : ملين في هذا القسم لجمع بيانات أساسية عن العمل موضح  
الدراسة ، وعن ارتباط هذا العمل مع مجالات العمل الأخرى في المنظمة .

٢ - دراسة الاجراءات المكتوبة وملاحظة النظام الحالي .

٣ - دراسة السجلات .

٤ - تفهم النظام الحالي .

عمانياً : دراسة قسم مراقبة الائتمان :

١ - مقابلة مع العاملين في هذا القسم لجمع بيانات أساسية عن عملية الائتمان وعن ارتباط وعلاقة هذا العمل مع مجالات العمل الأخرى في المنظمة .

٢ - دراسة الإجراءات المكتوبة وملاحظة النظام الحالي .

٣ - دراسة السجلات .

٤ - تقييم النظام الحالي .

ثالثاً : دراسة قسم مراقبة الإنتاج :

١ - مقابلة مع العاملين في قسم مراقبة الإنتاج لجمع بيانات أساسية عن عمل هذا القسم وعن ارتباط وعلاقة هذا القسم مع مجالات العمل الأخرى في المنظمة .

٢ - دراسة الإجراءات المكتوبة التي يستخدمها قسم مراقبة الإنتاج لتحقيق أهدافه .

٣ - دراسة مجالات مراقبة الإنتاج .

٤ - تقييم النظام الحالي لمراقبة الإنتاج .

رابعاً : دراسة فروع مختلفة للبيع من مناطق جغرافية متنوعة .

١ - مقابلة مع العاملين في فروع البيع لجمع بيانات أساسية عن مجالات عمل البيع وعلاقة ذلك بمجالات العمل الأخرى في المنظمة .

٢ - دراسة الإجراءات المكتوبة التي يستخدمها فروع البيع في تنفيذ الأعمال والمهام الموكولة إليهم .

٣ - دراسة سجلات فروع البيع .

٤ - تقييم النظام الحالي للبيع .

خامساً : جمع المعلومات التي تم الحصول عليها في الخطوات السابقة وذلك لكي تصل إلى فهم واضح لطبيعة النظام ككل .

سادساً : تحديد احتياجات النظام الجديد :

١ - دراسة الخطط طويلة الأجل .

٢ - تحديد النتائج *Outputs* ، المدخلات *Inputs* ، العمليات *Operations* الموارد *Resources* .

٤ - أخذ في الحسبان الاحتياجات الحالية ، الاحتياجات المستقبلية ، الاحتياجات المفروضة على الإدارة .

٥ - تسجيل احتياجات النظام الجديد .

٦ - تحديد الحكم أو العوامل التي بناء عليها يتم تقييم النظام الجديد .

سابعاً : تصميم النظام الجديد .

ثامناً : عمل مقارنات بين النظم ، كتابة التقرير النهائي ، تنفيذ النظام الجديد إذا رغبت الإدارة .

حالة عملية :

استمات الإدارة العليا لإحدى شركات الأدوية بأحد عطل النظام وذلك لمعاونتها في حل مشكلة متعلقة بآخر مرحلة من مراحل الإنتاج وهو قسم التعبئة . لوحظ في قسم التعبئة أن وقت التعبئة أكثر من اللازم وأن معدلات الكسر والتلف مرتفعة جداً نتيجة السنالة وازدحام القسم بالمنتجات .

ولما كانت المشكلة تخص فقط قسم التعبئة فإن الإدارة طلبت من عطل النظام أن يركز دراسته فقط في هذا القسم خصوصاً أن جميع الأقسام الأخرى تعمل بدرجة عالية من الكفاءة .

ولما كانت المشكلة قد تم تصديدها فإن عطل النظام بدأ في إعداد إطار لدراسته أخذاً في الاعتبار المجالات الآتية :

٢ - ميكل التنظيم الخاص بقسم التنبئة (رسمى وغير رسمي) .

٣ - المنتجات التي يتم تصبئها .

٤ - أهداف التمويل .

٥ - الاتصالات داخل القسم .

٦ - المساحة المخصصة للقسم .

٧ - مقابلة مع العاملين .

٨ - التسهيلات الممنوحة الخاصة بالقسم .

٩ - الإجراءات الحالية .

١٠ - سياسات الإدارة .

١١ - تفصيل البيانات .

وبعد دراسة دقيقة المجالات السابقة قام محلل النظم بوضع الإطار التالي للدراسة :

أولاً : دراسة قسم التنبئة :

( ١ ) عملية التنبئة والمناورة .

- دراسة أي إجراءات مكتوبة من التنبئة والمناورة .

- مقابلة مع مشرف القسم ، العاملين .

- ملاحظة النظام الحالي .

- جمع بيانات ، أوراق ، حقائق . . . إلخ .

( ب ) تأخير العمل في القسم وزيادة معدلات التألف والكسر .

١ - ملاحظة المفكرة :

هل يعمل العاملون في الوقت المحدد للعمل ؟

عدد ساعات العمل الفعلية المستمعة في العمل ؟

هل الماكينات في حالة جيدة ؟

هل تصل مواد التهيئة في الوقت المطلوب فيه ؟

إلخ . . .

٢ - جمع بيانات عن المشكلة .

ثانياً : تقييم قسم التهيئة :

( أ ) تفهم النظام الحالي .

( ب ) تحديد إحتياجات القسم .

( ج ) تصميم نظام جديد أكثر كفاءة .

( د ) تقديم تقرير عن التكلفة والعائد بالنظام الجديد

ثالثاً : إقتاع الإدارة بالنظام الجديد .

( أ ) تقرير كتابي .

( ب ) تقرير شفوي .

( ج ) التنفيذ .

رابعاً : تقديم جدول زمن لتأنيذ المشروع .

هل تستعد أن يحل النظام أخذ في الحسبان كل المجالات الواجب أخذها في  
الحسبان لوضع الإطار ؟

هل تستعد أن الإطار ، إطاراً سليماً ؟

المطلوب : إعداد إطار لدراسة المشكلة المحددة في قسم التهيئة .

ثالثاً : جمع معلومات مبدئية عن المجالات تحت الدراسة :

بالرغم من أن المنظمات Organisations تشابه في كثير من الخصائص .

والمميزات إلا أنها أيضا تختلف في بعض الخصائص والمميزات هذه الاختلافات هي التي تهم محل النظم إذا أراد أن يفهم طبيعة النظام الذي يقوم بتحليله . هذه المرحلة في وضع النظام تهدف إلى جعل محل النظم أكثر تفهما للجوانب الذي يتعامل معه . وبالتالي يمكنه من التحدث بنفس اللغة السائدة في المنظمة وبالتالي لا يكون غريبا عن النظام الذي يقوم بتحليله وتفهمه ودراسته .

ويمكن تلخيص هذه المعلومات المبدئية فيما يلي :

( ١ ) معلومات عن الصناعة ، الشركة ، المجال تحت الدراسة .

#### الصناعة :

- منتجات وخدمات الصناعة
- نمو أو انكماش الصناعة .
- اتجاهات التكنولوجيا .
- مبيعات الصناعة وهوامش الربح .
- طبيعة الصناعة ( احتكارية ... إلخ ) .
- تأثير المنافسة الأجنبية .
- تأثير الحكومة والقيادات .
- تأثير المحادثات الصناعية .
- م قوة المنافسة داخل الصناعة .

#### الشركة :

- اتجاهات الإدارة والمالين .
- معدلات النمو .
- المنتجات الهامة بالنسبة لمستقبل الشركة .
- حجم المبيعات وهوامش الربح .

- توسعات أو إنكماش حجم العمل الخاص بالشركة .
- هل هناك شركات تابعة .
- آثار المنافسة المحلية .
- طبيعة السوق ( محتكر — وجود منافسة ... إلخ ) .
- أثر تكنولوجيا حل المنافسة .
- الأهداف الحالية والمستقبلية .
- الخطط طويلة الأجل .

#### المجال تحت المراقبة :

- إتمامات العاملين تجاه الإدارة والنظام .
- الأعداد ، الحالية والمستقبلية .
- السياسات والإجراءات الحالية والسابقة .
- زيادة أو تخفيض الخصصات المالية .
- نمو أو تقلص حجم العمل .
- أهمية هذا المجال للمجالات الأخرى للشركة .
- مشاكل الروح المعنوية .
- مشاكل الصراع والخلاف بين هذا المجال والمجالات الأخرى .
- علاقة مدير هذا المجال بزملائه في المجالات الأخرى ومروسيه .
- إتمامات العاملين في المجالات الأخرى للعاملين في هذا المجال .

#### (ب) المعلومات القانونية :

١ — النواحي القانونية التي تساعد الشركة ؟

- إعفاء ضريبي .
- رسوم جركية منخفضة ، قوانين حماية جركية .
- قوانين العمل .

٢ - التواحي القانونية التي تلبي لمطال الشركة :

- قيود التصدير .
- قوانين الأمن والأمان .
- قوانين ثلث البيت .
- قوانين الأسرار .

٣ - التواحي القانونية المؤثرة في الحفظ ، التسجيل ، الصيغيات .

- ( ح ) التنظيم نفسه .
- ١ - التنظيم الرسمي .
- ٢ - التنظيم الغير رسمي .
- ( د ) سياسات الشركة .

حالة عملية :

تلقى مدير إدارة النظم بإحدى الشركات الكبرى تقرير عن وجود مشكلة في قسم بحوث التسويق في هذه الشركة . قام مدير النظم بتخصيص أساس عمل النظم لدراسة هذه المشكلة وتقديم تقرير .

قام عمل النظم بإدارة قسم بحوث التسويق وعلم بأن هناك مشاكل بين مدير قسم بحوث التسويق والعاملين في هذا القسم وبناء على ذلك قام بدراسة تفصيلية لكل من التنظيم الرسمي وغير الرسمي لقسم بحوث التسويق . وبناء عليه خص النتائج في رفض العاملين لمدير القسم وإعطاء القسم إلى غير صالح . ولكن يحصل عمل النظم على معلومات أكثر عن المشكلة قام باستطلاع اجتماعات العاملين في الأقسام الأخرى نحو العاملين في قسم بحوث التسويق ، ولقد أيدت هذه المعلومات النتائج التي توصل إليها عمل النظم فيما سبق .

قام عمل النظم بكتابة تقرير انتقادي لمدير قسم بحوث التسويق ووضع بعض التوصيات من بينها عمل اجتماعات بين مدير قسم بحوث التسويق

والمعاملين في القسم وذلك لتناهي المشاكل الموجودة في القسم ولكن يفهم المدير القسم المعاملين معه وأيضاً يفهم المعاملين مدير القسم .

هل نستطيع تحديد الأخطاء التي وقع فيها محلل النظم ؟  
إذا كنت محلل النظم المسئول عن هذه المهمة ، ما هي البيانات المدخلة  
الواجب جمعها وذلك قبل التمرير في مراحل إعداد النظام ؟

رابعاً : تفهم التداخل بين المجالات الواجب دراستها :

يمكن النظر المنظمة بأنها نظام مفتوح An Open Systems يقوم بالاستيراد من البيئة مجموعة من المدخلات Inputs ثم يقوم بمجموعة من العمليات Processes وذلك لتحويل هذه المدخلات إلى مجموعة من المنتجات Outputs . وبالعلاج فإن المدخلات والعمليات والمنتجات تختلف باختلاف طبيعة المنظمة .

بعد أن يجمع محلل النظم البيانات المدخلة عن المجالات تحت الدراسة فإنه يبدأ في دراسة وحل التداخل Interactions بين هذه المجالات .

بما لا شك فيه فإن المنظمة تتكون من أقسام ، كل قسم له هدف خاص وكل الأقسام تهدف إلى تحقيق الهدف العام للمنظمة وبالعلاج فإن نجاح أي قسم معين في تحقيق هدفه يتوقف على مساعدات الأقسام الأخرى ومن هنا ظهرت أهمية التنسيق بين الأقسام بحيث يتم التداخل والتعاون بين الأقسام بأقل تكلفة ممكنة وبأمرح وقت ممكن ، لذلك قد يكون نتائج Outputs أي قسم هي عبارة عن مدخلات Outputs لقسم آخر .

هنا نجد أن الوظيفة الرئيسية لمحلل النظم أن يكون قادراً على منع الانعزال الوظيفي Functional Isolation لأي عضو من أعضاء المنظمة أو لأي قطاع من قطاعات المنظمة ، فإذا وجد أن هناك قطاع معين لا يتعمق بقية القطاعات في سبيل تحقيق أهداف المنظمة فإنه من المصلحة بتز هذا القطاع أو عمل تعديل جوهري في وظائفه .

وبلاحظ أن الانحرال الوطني قد سبب مشاكل تنظيمية ، فثلا قد يكتشف  
علل النظم أن سبب تأخير تسليم الطليبات العملاء هو وجود الانحرال الوطني  
اللى يمثل فى رقابة دقيقة للجودة غير ضرورية ، وبالتالي الرقابة الزائدة عن  
الزوم Too much تؤدي إلى عدم إسياب عاى للمنتجات وبالتالي وخر  
تسليم الطليبات العملاء ، وقد يعلل علل النظم هذه المشكلة فيجد أن سببها  
يكن فى قصر نظر العاملين فى مراقبة الجودة . فقد يجد أن العاملين فى قسم مراقبة  
الجودة ينظرون فقط لأهداف قسم مراقبة الجودة وليس الهدف المنفأ ككل  
وعلى علل النظم دراسة التداخلات الآتية :

— دراسة الخريطة التنظيمية وذلك لمعرفة العلاقات الرسمية بين المجال تصه  
إدارة والمجالات الأخرى .

— عمل حرائط التدفق Flow Chart وذلك لتوضيح تدفق العمل بين  
الأقسام وأيضاً داخلها .

— عمل مقابلات شخصية لتوضيح العلاقات .

— دراسة توصيف الوظائف .

— دراسة التنظيم النير رسمى .

التداخل بين المنتجات Outputs ، المدخلات Inputs ، والموارد Resources

تكون المنتجات من تقارير Reports ، منتجات نصف مصنعة . منتجات  
مصنعة نهائياً . . إلخ . قد تكون منتجات بعض الأقسام مدخلات لقسم آخر .  
يجب على علل النظم دراسة ما يلى بخصوص المنتجات :

— كيف ترتبط منتجات الأقسام المختلفة مع مدخلات الأقسام الأخرى .

— الطرق المستخدمة فى إنتاج المنتجات فى المجالات تصه الدراسة .

— دراسة خط منتجات المجال تصه الدراسة .

— كيف يتم إستخدام المنتجات وأين يتم تصديرها .

تتكون المدخلات من بيانات عام ، مواد خام ، تقارير ، منتجات نصف مصنوعة ويجب حل المثل دراسة ما يلى بخصوص المدخلات :

— الحصول على معرفة عامة وشاملة عن طبيعة المدخلات في المجال تحت الدراسة .

— تحديد العلاقة بين المدخلات في المجال تحت الدراسة وبين المجالات الأخرى للمنظمة .

— تحديد مصادر المدخلات .

— تحديد خصائص المدخلات وطبيعتها .

يقصد بالموارد Resources تلك الأصول أو التسهيلات التي تستخدمها المنظمة في عملياتها اليومية وذلك لتحويل المدخلات إلى منتجات . ويمكن تحديد أربع أنواع من الأصول كما يلى :

١ — الموارد المالية وهي تتعلق بالخصائص المالية وهنا يتم دراسة ما يلى :

— قدرة مدير المجال تحت الدراسة في تمويل مشروعات جديدة .

— تطور خصائص الميزانية للمجال تحت الدراسة . هل هي في زيادة أم في نقصان ؟

— من أين يحصل المجال تحت الدراسة على الخصائص المالية اللازمة ؟  
يوضح ذلك بالطبع مقدار التبعيه أو الاستقلال لهذا المجال .  
Degree of Independence

٢ — الموارد البشرية وهي تتعلق بالمديرين .

والسالة الأساسية للمجال الذى يتم دراسته .

— مهارات العاملين في المجال ، مواقفهم ، وظائفهم .

— التعرف على شخصيات Personalities والتدريبات الخاصة بالرجال .  
هذا المجال .

### ٣ — المخزون :

— المخزون السلمي من خامات ، مواد نصف مصنعة ، أجزاء ، منتجات  
تامة الصنع .

— المخزون من البيانات والمعلومات التي يتم تجميعها على مر الزمن وفي  
هذا الصدد يتم دراسة ما يلي :

( أ ) درجة إكمال الملفات ومسببات الاحتفاظ بها .

( ب ) المصادر التي يتم منها تغذية الملفات .

( جـ ) هل هناك ازدواج في عملية حفظ البيانات .

( د ) تدفق المعلومات والمستندات في المجال تحت الدراسة .

( هـ ) هل يتم استخدام أو الاستفادة من الملفات .

### ٤ — التسهيلات Facilities

وهي تتعلق مثلا بالأرض land ، المباني ، معدات تشغيل للبيانات ، أو أي  
معدات أخرى رأسمالية . أيضا يدخل في هذه التسهيلات المساحة المخصصة ،  
المكاتب المتاحة . . الخ .

### التداخلات بين الأقسام وما قبلها :

التداخلات بين العاملين والمشرفين أو بين الأقسام تعد هامة جداً ويجب على  
محلل النظم أن يلاحظها بدقة .

في داخل القسم ، يرغب محلل النظم في معرفة كيف يتعامل المدير مع مساعديه  
وما هو نموذج Style الإدارة المطبق . وبالطبع فإن المساعدة التي يتوقعها محلل  
النظم من العاملين تتوقف على نموذج المدير . فإن كان المدير يستخدم أسلوب

التوجيه Directive Manager فإن العاملين لن يتعاملوا مع محل النظم إلا إذا صدرت إليهم أوامر بذلك من المدير .

وبالطبع يجب على محل النظم معرفة مقدار الاختلافات بين الأقسام المختلفة من حيث نوع ونموذج المدير . فتتوقع وجود نظم مكثفة للرقابة في الأقسام التي يتم إدارتها بواسطة المدير المطلق . بينما نجد عدد قليل من نظم الرقابة في الأقسام التي يتم إدارتها بواسطة المدير الديمقراطي Democratic Manager .

وأيضاً يجب على محل النظم أن يعلم بأن هناك نماذج متعددة للإدارة وكل نموذج يناسب محل معين ، ومهام معينة ، وأيضاً العاملين يختلفون فهناك من يرغب في أن يعمل في حرية وهناك من يرغب في أن يعمل في إطار محدد .

ويمكن تلخيص المصادر المختلفة التي يمكن منها الحصول على معلومات تفيد في فهم التداخلات في المنظمة كما يلي :

#### (١) المنتجات :

١ - الأقسام التي يستخدمها .

٢ - الميزانية .

٣ - تلبز المبيعات .

٤ - التقارير المالية .

٥ - كتالوجات المبيعات .

#### (ب) المدخلات :

١ - الأقسام المستخدمة لها .

٢ - المعاملات .

#### (ج) الأموال :

١ - المالية .

— مراقبة المدير المال .

— الميزانية .

— بالذات هو السنوية .

٢ — الأفراد :

— تقارير أقسام إدارة الأفراد .

— ملحقات المشروعات .

— المقابلات .

٣ — المخزون :

— التقييم .

— الحفظ والتسجيل .

— الملاحظات .

( ز ) التقييمات :

— السجلات المحاسبية الخاصة بالمنشأة

— تسم الحسابات .

— سجلات الصيانة .

خامساً : تفهم النظام الحالي :

تهدف المرحلة إلى الحصول على صورة واضحة عن الوضع الحالي للمعاملات،  
تتبعها ، وة التنفيذ ، حجم العمل ، الكثافة . ويمكن تلخيص أسية هذه  
المرحلة كابل .

— من الواجب على المحلل أن يفهم النظام الحالي قبل التفكير في اقتراح  
أي تغيير .

التي يمكنه إقناع الإدارة لا بد من عمل مقارنات بين النظام الحالي والنظام المقترح .

هناك طريقتين لإجراء هذه المقارنة :

أولاً : المقارنة الجزئية Sys-view

وهي تعتمد على المقارنة بين عناصر النظام القديم مع عناصر النظام الجديد ( المقارنة كل عنصر من النظام القديم مع العنصر المقابل له في النظام الجديد ) .

ثانياً : المقارنة العامة Prob-view

وهي تعتمد على المقارنة العامة أو النتائج النهائية النظامين ، مثلاً نضمحل  
هل الوقت الهائى للشميل فى كلا النظامين ، عدد العاملين السكى فى كلا النظامين ،  
التكاليف السكاي لكل من النظامين .

وبالتبع يجب على عمل النظم معرفة ما يلى :

١ - تاريخ النظام الحال ؟ كيف تم إدخاله فى العمل ؟ ومن الذى أبد ففكرة  
تطبيقه ؟

٢ - هل كانه هناك محاولات لإعداد تعديلات فيه ؟

٣ - ما هى المؤثرات والظروف التى أثرت فى تصميم هذا النظام ؟

٤ - هل هذه المؤثرات والظروف مازالت قائمة ؟

وصائل جمع البيانات :

١ - المقابلات الشخصية من أم وسائل جمع البيانات فى دراسة النظم ،  
فهي أولاً تعد بالبيانات الأكثر حداثة . مثلاً الخراطى التنظيمية التقارير تعتبر  
بيانات ذات قيمة ، وأيضاً فى خلال المقابلة الشخصية يستطيع عمال للنظم أن يلاحظ  
سوء العمل ، أيضاً جمع معلومات عن شخصية العامل وفكرة من تعرفته .

٢ - أثناء المقابلة تركز على :

— كيف يتم العمل الآن :

— كيف يرغب العاملون في أن يتم العمل في المستقبل .

وهناك مجموعة من المظاهر الواجب توافرها في المقابلة الناجحة .

١ — وضع وإعداد خطة للمقابلة تفصل إطار يرغب في أن يلتزمه محلل النظم .

٢ — طريقة إدارة المقابلة بحيث تتيح المرونة والحصول على المعلومات المطلوبة .

٣ — تلخيص ما جرى في المقابلة وإنهاء المقابلة .

مجموعة الأسئلة التي يتم استخدامها في المقابلة :

١ — العمليات :

— ماذا يتم ؟ من يهتم ؟ كيف يتم ؟ أين يتم ؟ لماذا يتم ؟

— الوقت الذي يستغرقه لإتمام العمل .

— جميع أفكار وآراء بخصوص ذلك .

— معرفة عادات العمل ، والقواعد المتبعة .

٢ — المدخلات :

— متى وكيف يتم استلام الخانات وفي أي صورة ؟

— أين يتم الاستلام ؟

— إجراءات فحص ومراجعة الخانات .

— كيف يتم تخزين المدخلات ؟

٣ — المخرجات :

— كيف يتم نقل المخرجات ؟

— ما هي الجهات التي تصدر لها المنتجات ؟

(ب) فحص السجلات الخاصة بالمنظمة :

وذلك للحصول على المعلومات الرسمية فقط ومن :

- السياسات المكتوبة .
- الإجراءات المكتوبة .
- السجلات الداخلية ( أوامر الشراء - الفواتير ) .

(ح) أسلوب التقدير والعمليات وذلك لجمع المعلومات  
مادساً : تحديد احتياجات النظام الجديد :

تتعلق هذه المرحلة بتجهيز لتصميم النظام الجديد وليس بالنواحي الفنية  
Technique الخاصة به لتوضيح هذه المرحلة نفترض أننا بصدد إعداد وتصميم  
نظام جديد لإحدى الأقسام المستولة عن محصيل الحسابات المستحقة Overdue  
accounts ، ونفترض أيضاً أنه تم تحديد المشكلة كما يلي : « عدم تحصيل جزء  
كبير من الحسابات المستحقة » . ونفترض أيضاً أن هذا القسم يقدم مدم التنظيم  
Disorganised وأن العمل فيه دائماً مكثس وأنه قد تم للنوعية محل لهذه المشكلة  
عن طريق تقديم نظام جديد .

( ١ ) مراجعة الخطط الطويلة الأجل وذلك لتحديد العمليات والأنشطة  
التي ستستمر أو لنفي أو يتم تعديلها ، وبالعطبع يكون التركيز على الخطط التي  
تؤثر على مجال الدراسة وعموماً يجب ذلك ما يلي :

- أي تعديلات في أهداف وسياسات المنشأة .
- أي خطط تطوير المنتجات أو الخدمات
- أي تعديلات منتطرة في برامج البيع ، المالة ، التدفقا - كبقدية .
- مشروعات التطوير والبحوث .
- أي إتفاق اء .ى ضخمة - مصنع جديد - كمبرور . الخ .
- أي تعديل في خطط المنتجات .

والهدف من هذه الخطوة هو أخذ المستقبل في الحسبان عند إعداد وتصميم  
النظام الجديد . وبالتالي فإن تجاهل المستقبل قد يؤدي إلى تقادم النظام الجديد  
بعد إعدادة بفترة قصيرة . وبالنسبة لنظام الحسابات التحصيلي الذين المستحقة

يجب معرفة سياسات المنفأة المتخذة بخصوص منح الائتمان حيث أن النظام الجديد الذي يتم وضعه إذا كانت المنفأة ترى أن تتوسع كثيراً في منح الائتمان يختلف عن النظام الذي يتم وضعه إذا كانت المنفأة ترى أن تتوسع في منح الائتمان أو أنها سوف تقيد منحه.

(ب) تحديد احتياجات النظام الجديد وهي :

- المخرجات Outputs التي يجب حل النظام الجديد (إنهاجها) .
- المدخلات Inputs اللازمة لإنتاج المخرجات .
- العمليات Operations اللازمة لتحويل المدخلات إلى مخرجات .
- الموارد Resources الواجب استخدامها لإنتاج المخرجات .

(ج) الإجابة على ثلاثة أسئلة عامة :

- ما هي الاحتياجات الحالية للنظام الجديد .
- ما هي الاحتياجات المستقبلية للنظام الجديد .
- ما هي احتياجات الإدارة ووقت محدود - (نفاد) استثماري محدود ، (لنخ)

مثال : فيما يلي احتياجات نظام التحصيل :

( ١ ) المدخلات

- حسابات قديمة .
- سجلات العملاء .
- مدفوعات نقدية أو شيك .
- خطابات .
- رسائل تليفونية .
- تقارير الميزانية .

( ٢ ) العمليات :

- استلام الحسابات و السجلات ، المدفوعات .
- كتابة خطابات التحصيل .
- مكالمات تليفونية .
- كتابة مذكرات بخصوص ديون مفكوك في تحصيلها .
- إبداء شكايات أو تقديم في البنك .
- قيد الديون المفكوك فيها في القوائم .
- نقل حسابات العملاء .
- ملفات الحسابات .
- تجهيز و إرسال المطايعات .
- إعداد تقارير .

( ٣ ) الموارد :

- ماكينة الآلة الكاتبة .
- أجهزة تليفون .
- مساحة المكتب .
- عمال تحصيل .
- كتبة حسابات .
- مواد الكتابة على الآلة الكاتبة .
- منون على القسم .
- أدوات مكتبية .
- سجلات العملاء .
- ملف تضمين الحسابات .

( ٤ ) المخرجات :

- خطابات .

- رسائل تلفونية .
- مذكرات
- شبكات أو نقدية .
- تقارير شهرية .
- ( و ) تحديد المعايير التي يمكن على أساسها تقييم النظام الجديد .
- الوقت Time ( تشغيل ، الاستجابة ، الإنتاج ) .
- التكلفة Cost ( سنوي ، الوحدة ، الصيانة ) .
- الجودة Quality
- الطاقة Capacity
- الكفاءة Efficiency
- الدقة Accuracy
- المرونة Flexibility
- القبول Acceptancy
- Reliability
- سايما : تصميم النظام الجديد .

( ١ ) تحديد جميع البدائل

( ب ) مناقشة البدائل مع الإدارة

ويجدر بنا هنا الإشارة إلى مفاهيم لنظم Systems Concepts

- ( ١ ) نظام تطبيقي : An empirical System
- وهو نظام تطبق في العمل فعلا أو يمكن تطبيقه .
- ( ب ) نظام فكري : A Conceptual System
- وهو نظام على الورق فقط .

(ج) نظام مفتوح : An Open loop System

وهو نظام لا يحتوى على نظام داخل المراقبة أو التعديل .

(و) نظام مغلق : A Closed loop System

وهو نظام يحتوى على نظام فرعى داخل المراقبة أو التعديل أو التوجيه .

(هـ) نظام فرعى وإجراءات :

عادة ما تحتوى الأنظمة الكبيرة على عدد من الأنظمة الفرعية وكل نظام فرعى يحتوى على عدة إجراءات .

(و) المتغيرات Variables

وهى تلك عناصر النظام أو عناصر الانقطة التى تتغير ، فعادة يقوم محلل النظم بعمل تجارب لكي يحدد أحسن بديل ، فيجد أن هناك مجموعة من العناصر التى لا تتغير مع تغير البديل وأن هناك مجموعة من العناصر التى تتغير مع تغير البديل وهى التى أيضاً تنطلى النظام صفة المرونة .

(ل) المعاملات Parameters :

وهى تلك عناصر النظام التى لا تتغير أبداً .

(ك) المكونات Components :

وهى الأجزاء المتحركة للنظام وهى التى تكون النظام وقد تكون هذه الأجزاء عبارة عن الأفراد ، التسييلات ، المادج ، الكمبيوتر ، إلخ .

(س) النطاق scope :

وهى عبارة عن مدى إنساع الحالات التى ينطبقها النظام .

ومن الطبيعي أن يلم محلل النظم بهذه الأنفاظ حيث أنها عادة ما تكون موحدة في الكتابات المختلفة في موضوع نظم المعلومات Information systems .

مراحل تصميم النظام :

- ١ - تحديد المشكلة بدقة .
- ٢ - تجميع جميع الحقائق المتعلقة بالمسكلة .
- ٣ - تحديد المدخلات ، العمليات ، المخرجات ، المراد .
- ٤ - تقييم الإجراءات الهامة أولاً .
- ٥ - فحص مختلف البدائل .
- ٦ - بناء نظم فرعية للرقابة والتعديل في النظام .

ثالثاً : إعداد مقارنات التكلفة :

كما لا شك في أن تقدير تكلفة النظام أكثر تعقيداً من تقدير تكلفة قطعة جديدة من المعدات وذلك لوجود عدد كبير من المتغيرات وأيضاً عوامل غير مدروسة يصعب تقييمها موضوعياً .

(١) المفهوم الأول للتقييم وهو مبنياً على أساس فكرة التكلفة البديلة فلنفرض أن منشأة لديها مساحة ١٠,٠٠٠ متر مربع غير مستغلة وترغب في تحديد التكلفة البديلة كما يلي :

الاستخدامات الممكنة	العائد على الاستثمار	التكلفة البديلة
ل ١٠,٠٠٠ م		
توسيع في المصنع	١٨ %	صفر
قسم الكمبيوتر	١١ %	٧ %
مخصص للكتاب	٦ %	١٢ %
قسم جديد للإنتاج	٥ %	١٢ %
تركه بدون استغلال	١ - %	١٩ %
تأجير الفهر	٥ - %	٢٣ %

عنا العائد السلبي يشير إلى أن المنشأة ستتحمل تكاليف المحافظة على هذه المساحة أو تأجيله للنهر قد يسبب النقص ؛ إذا أثر النهر على أعمال المنشأة أو (ساء إليها) .

هذا التكلفة البديعة عبارة عن ٧٪ خسارة إذا قامت المنشأة بعمل قسم الكمبيوتر ؛ ١٢٪ إذا خصصت المساحة للمكاتب وهكذا

(٢) المهرجانات وهو يتعلق بالتدفقات النقدية Cash Flow .

ويمكن تقييم النظام بالطرق الآتية :

( أ ) طريقة فترة الاسترداد Payback Period

( ب ) طريقة المعدل المتوسط Average of Return

( ج ) طريقة صافي القيمة الحالية Net Present Value

( د ) طريقة العائد إلى التكلفة Cost Benefit

( هـ ) طريقة المعدل الداخلي للعائد Internal Rate of Return

ومع ذلك نلاحظ أنه قد تتحقق بواسطة النظام الجديد ولكن يجب تقييمها بالنقد وفيما يلي أمثلة لها :

— استجابته سريعاً للاستعلامات المتعلقة بالعملاء .

— رفع الروح المعنوية للعاملين .

— تحقيق درجة من الاستقرار المالية .

— تسليم دقيق وسريع للعملاء .

— تحسين في جودة المنتج أو جودة الخدمة .

— استغلال أفضل للموارد المنشأة .

— تحسين العائد الذي ينتج استثمار آخر .

— درجة عالية من الرقابة المنتظمة .

— تخفيض في التكلفة .

— تقليل العادم .

تاسماً : بيع النظام للإدارة :

هنا يجب على محلل النظام أن يكون مستعداً الرد على أية اعتراض من جانب الإدارة بخصوص تكلفة النظام الجديد ، أداؤه ، موافقة النظام الجديد للنظمه المدقه بالمكانه . . الخ ، ويجب على محلل النظم استخدام التقاير المكتوبه رأياً والنماذج ، والوسائل المربيه وذلك لإقناع الإدارة .

حاشراً : تطبيق النظام ، متابعته ، إعادة تقييمه .

بعد أن نوافق الإدارة على النظام الجديد ، يبدأ محلل النظم في تطبيقه وبمصل ذلك إزالة النظام الحالي ، ثم وضع النظام الجديد على التنفيذ ، وبفضل إتمام ذلك في الوقت الذي يكون فيه التحميل على النظام الجديد أقل ما يمكن ، وقد يهمل النظام الجديد :

( أ ) الماكينات والمعدات ويطلق عليها Hard ware

( ب ) البرامج ، الإجراءات ، النماذج ويطلق عليها Soft ware

( ج ) الأشخاص ويطلق عليها People ware .

إحدى عشر : متابعة تطبيق النظام :

يلاحظ أن مهمة محلل النظم لا تنهى بمجرد تطبيق النظام وإنما تقع عليه أيضاً مسئولية متابعة تطبيق النظام ودراسة المشاكل التي قد تظهر والعمل على حلها . ولقد يحتاج الأمر إلى تطوير النظام الجديد لكي يلائم أكثر مع ظروف العمل الفعلية .

## تبسيط الإجراءات Work Simplification

لا تختر أى منظمة من الإجراءات ، إجراءات تعيين موظف ، إجراءات الشراء ، إجراءات صرف المرتبات والأجور . . . إلخ .

أهداف تبسيط الإجراءات :

١ - التعرف على المشكلات الأساسية للإجراءات المتبعة وتحليلها لتحديد منعقات لوضع التحسينات والحلول

٢ - التخلص من الحركات غير الضرورية مع الحد من العوامل التي تعوق توقف العمل والسياسة حتى يمكن تادية الأعمال بسهولة وبجهد أقل وفي وقت أقل

٣ - تقليل التكلفة نقيه الحد من الإجراءات غير الضرورية

٤ - تحسين وتطوير العمل نتيجة زيادة فاعلية أداء الانقطاعات والإجراءات.

٥ - القضاء على الازدواج والتضارب في الجهود .

طرق تطوير أساليب العمل :

يتم تبسيط الإجراءات وتطوير أساليب العمل كما يلي .

١ - الاستثناء عن بعض التفاصيل غير الضرورية وغير اللازمة لتادية العمل

٢ - التقليل من النسخ المستخدمة من النماذج والتقارير والخطابات

٣ - القيام بأكثر من عملية في وقت واحد بما يوفر الجهد والوقت .

٤ - إحلل عملية أو إجراء محل الآخر .

٥ - إعادة النظر في تسلسل وترتيب خطوات العمل لتنفيذ مهمة معينة .

٦ - إعادة تنظيم موقع العمل بصفة عامة وإعادة ترتيبه Layout .

٧ - دراسة حركات الأفراد وتحركاتهم لتقليل الجهد المبذول .

ويتم تبسيط الإجراءات كما يلي :

( ١ ) اختيار وتحديد العمل المراد تحسين وتطوير أدائه : يختار الأعمال التي

في حاجة إلى تطوير بحيث يكون هائد المشروع أكبر بعد التعديل ، وعادة يختار الأعمال التي بها اضطراب أو قصور مثل الأعمال المتراكمة والمتأخرة مثل وجود أعمال بسيطة تستغرق وقتاً وجهداً كبيرين أو وجود شكوى من الجمهور بسبب بعض الإجراءات المتعلقة بهم .

(ب) تسجيل تفاصيل وجزئيات العمل : وذلك نجميع كافة البيانات عن إجراءات العمل وتسجيلها بطريقة منظمة وواضحة في شكل خرائط تمثل تدفق العمل .

(ج) تحليل جزئيات العمل : يتم تحليل جزئيات العمل وطرق الأداء من خلال الرد على الأسئلة الآتية :

١ - ما هو العمل المراد تبسيطه What

٢ - من الذي يقوم بالعمل Who

٣ - لماذا يؤدي هذا العمل Why

٤ - أين يؤدي العمل Where

٥ - كيف يؤدي العمل How

٦ - متى يتم العمل When

( د ) التوصل إلى التحسينات : يتم مناقشة الأسئلة السابقة وتحليلها بما يؤدي إلى المعرفة التامة بالعمل حتى يمكن إدخال التحسينات اللازمة على هذا العمل وتأديته بالطريقة المثلى .

( هـ ) وضع الطريقة الجديدة : من الأفضل مراجعه التعديلات والتحسينات مع الخبراء والمختصين قبل وضعها موضع التنفيذ لمعرفة مدى إمكان تطبيقها والفتايدة التي ستعود على العمل والمنظمة والمعاملين .

أساليب تبسيط الإجراءات :

يتم التبسيط بثلاث مراحل أساسية هي :

(١) دراسة وتوزيع العمل

(ب) تحليل خطوات سير العمل

(ج) حصر وحدات العمل .

أولاً : دراسة وتوزيع العمل

تم دراسة توزيع العمل من خلال  
distribution Chart وحتى يمكن رسم هذه الخريطة على أساس سليم و بيانات  
صحيحة لابد من تصدير قائمة الواجبات وقائمة للأشخاص .

وقائمة الواجبات بعدد كل موظف بالمنشأة وأم ما يدونه الموظف في هذه  
القائمة هو تفاصيل ونوع الواجبات التي يؤديها وما تستغرقه من وقت .

### قائمة الواجبات

شركة . . . .			
قطاع . . . .			
إدارة . . . . . قسم . . . . . وحدة . . . .			
اسم الموظف	اسم الوظيفة	الدرجة، المالية	الكودات
اسم الرئيس المباشر		التاريخ	
مستوى	بيان الواجبات	عدد الساعات	ملاحظات
١	. . . . .		
	. . . . .		

والخطوة التالية بعد ذلك هي إعداد القائمة بنشاط هذه الوحدة من واقع الواجبات وذلك لتسجيل الوظائف الأساسية للوحدة ومرتبة حسب أهمية

### قائمة الأنشطة

شركة . . . . .	التاريخ . . . . .
قطاع . . . . .	
إدارة . . . . .	قسم . . . . . وحدة . . . . .
مسجل	بيان الأنشطة
١	. . . . .
٢	. . . . .

بعد ذلك من واقع قائمة الواجبات وقائمة الأنشطة تعد خريطة توزيع العمل وهي ترويب الأعمال التي يؤديها الأفراد في وحدة تنظيمية معينة وفقاً لأوجه النشاط الرئيسية مع بيان الوقت الذي يستغرقه كل فرد في أداء العملية وبذلك يتم حصر مجموع الساعات التي يستغرقها أداء كل نشاط من أنشطة الوحدة.

### خريطة توزيع العمل

قسم . . . . .		وحدة . . . . .		مستمدة من . . . . .		التاريخ
مسجل	الأنشطة	اسم الموظف عدد الساعات	اسم الموظف عدد الساعات	اسم الموظف عدد الساعات	ملاحظات	
١	.....					
٢	.....					
٣	.....					
مجموع						

يراعى ترتيب الأنشطة حسب أهميتها في الخريطة ويجب التركيز على دراسة هدف الواجبات والأنشطة المؤدة ومدى أهميتها للعمل ككل .

وعند تحليل ودراسة خريطة توزيع العمل يجب مراعاة الآتي :

١ - دراسة الوقت الذي يستغرقه كل نشاط على حدة والوقت الذي يستغرقه هذا النشاط بالنسبة لمجموع وقت كافة الأنشطة ، وإذا تبين أن نشاطاً معيناً يأخذ معظم الوقت فليس هذا دليلاً على أنه أهم نشاط بل قد يتضمن خطوات خطوات غير ضرورية . . ويراعى عند دراسة كل نشاط وضع وقت معين كميّار يمثل الوقت الأمثل الذي يتم فيه النشاط ، ثم تقارن الوقت الحقيقي بالوقت المعياري لبيان مدى الاختلاف بينهما .

٢ - مقدار الجهد المبدور في تأدية كل نشاط على حدة بالنسبة للأنشطة الأخرى حتى لا تهبط مجهودات فيما لا يجب أن نستخدم فيه إذ أن هذا جهد أكثر من اللازم في أداء أنشطة غير ضرورية أو غير مفيدة أو غير أساسية تعتبر إضاعة للجهد والوقت والمال وسرء استخدام الإمكانيات المتاحة .

٣ - مدى استخدام القدرات والمهارات كما يجب ، حتى يطالب كل موظف بأداء الاعمال التي تتلاءم وتناسب مع درجته المالية وخبرته ، كفاءته .

٤ - من المهم مراعاة مدى ارتباط الأنشطة ببعضها البعض وهل يوجد بينها تكامل وتنسيق من شأنه أن يحقق الهدف أم لا .

٥ - مدى اشتراك الأفراد في تأدية عملية واحدة وهل هذا يستتزمه طبيعة العمل أم ناتج عن وجود أعداد أكثر من اللازم مما يؤدي إلى وجود بطالة مقننة وعدم تحديد المسئولية واضطراب العمل .

ثانياً : خريطة سير العمل : Process chart

يتم في هذه الخريطة تسجيل الخطوات التي يتضمنها كل إجراء من إجراءات العمل حتى يمكن اكتشاف صعوبات تدفق العمل ونقط الاختناقات . وأما كى وجود أى ازدواج أو تضارب بين الاعمال .

ولإعداد الخريطة يتم وصف كل عمل من الأعمال وكل تصرف من التصرفات عن طريق استخدام الرموز وذلك يساعد في استبعاد أو تجميع أروحم أو إعادة ترتيب أو تبسيط الإجراءات المختلفة في مختلف العمليات والواجبات .

و لرموز المستخدمة في الخريطة هي ( على سبيل المثال لا الحصر ) :

١ - عملية أو إجراء operation ، O : يدل على ذلك تغير خصائص شيء معين بالإضافة أو التجميع أو الحذف . .

٢ - النقل والحركة transportation ، J : أ نقل الشيء من مكان إلى آخر ويستثنى من ذلك حالة كون هذه التحركات جزء من العملية ذاتها مثل ترحيل خطاب وسند من ملف إلى آخر .

٣ - التخزين storage ، V : عند حفظ شيء ما في مكان معين وعدم التصرف فيه إنظاراً لإجراء معين مثل حفظ سريرة خطاب في ملف معين .

٤ - التأخير والتعطيل delay ، L : عندما يحدث شيء بموق الحساب العمل وتندفع نحو الخطوة التالية .

٥ - المراجعة والتفتيش inspection ، I : عندما يتم فحص شيء ما للتحقق منه والتعرف عليه وعلى خصائصه أن جوده .

### ثالثاً : حصر وحساب العمل :

بحقن حصر العمل ما يلي :

١ - تحسين الطرق والإجراءات الخاصة بالعمل

٢ - الملامحة بين المهام المختلفة لتيسير تدفق واضياف الاعمال دون اختناقات

٣ - المساعدة في إحكام وضبط الاعماء وفي تقييم لاجاء .

٤ - معرفة اكتشاف المشاكل تمهيداً لدراستها واتخاذ اللازم بشأنها

- ٥ — إبراز المفارقات غير العادية في أعباء العمل .
- ٦ — تحقيق المعدلة في توزيع أعباء العمل بين الأفراد .
- ٧ — رفع الروح المعنوية للأفراد نتيجة إحساسهم بالمعدلة مما يؤدي الى زيادة كفاءتهم وتفايهم في العمل .

#### رابعاً : تصميم واعداد مكان العمل :

حتى يتم العمل على أكمل وجه ، لا يقتصر الأمر على تبسيط الأعمال ذاتها إنما يتطلب ذلك الاهتمام بموقع وبيئة العمل . فالفرد يقضى مع معظم وقته في مكان عمله لذلك فالتهيئة السليمة لمكان العمل يؤدي الى زيادة شعوره بالراحة والاطمئنان ، واجسامه باهتمام الإدارة به مما يرفع من روحه المعنوية ويزيد من كفاءته .

واعداد مكان العمل بصفة عامة يتضمن الآتي :

- ١ — موقع الإدارات والوحدات المختلفة بالنسبة لبعضها .
- ٢ — وضع المكاتب والمعدات المكتبية داخل كل وحدة عمل Layout ونجد أن مرايا التخطيط السليم لمكان العمل ما يلي :
- ١ — استغلال المساحة المحدودة أفضل استخدام .
- ٢ — تيسر تدفق العمل والعمليات في اتجاه واحد .
- ٣ — المرونة .
- ٤ — تقصير خطوط الاتصال .
- ٥ — تحسين الخدمات المقدمة .
- ٦ — تلاقى مواطن الاحتكاكات والاختناقات .
- ٧ — تيسر عمليات الإشراف والرعاية .
- ٨ — تهيئة جرملائهم للعمل ومتطلباته مع الاقتصاد في الوقت والجهد والمال .
- ٩ — الحد من احتمال فقد الأوراق والمستندات عند انتقالها من موقع عمل الى آخر .

## الباب التاسع : أساليب مراقبة المخزون



## الباب التاسع

### أساليب مراقبة المخزون

إن حاجة المنشآت منها اختلفت طبيعتها حكومية أو منظمات أعمال — تجارية أو صناعية أو خدمات إلى أن يكون لديها مخزون من المواد ، المبات ، البضاعة تامة الصنع والخدمة جداً ولا تحتاج إلى تفسير . وعلى العموم فإن أيضاً المستهلكين يحتاجون إلى أن يكون لديهم مخزون من بعض المنتجات . المشكلة التي نحن بصدد حلها في هذا الباب هو كم من المواد ، المبات ، البضاعة تامة الصنع يجب على المستهلك أو المنتج أن يحتفظ بها في شكل مخزون .

في البداية سوف نسال أنفسنا السؤال التالي : ماذا أدى إلى وجود هذه المشكلة ؟ لماذا نحتفظ بمخزون ؟ .

لتخيل أن هناك نظام اقتصادي يعمل بدون الحاجة إلى وجود المخزون . لنفرض مثلاً آلة أو خط إنتاج يعمل بصفة مستمرة وأن المستهلكين يأخذون المنتجات فور إنتاجها . في ظل هذا النظام البسيط تجد أي الموارد أو المدخلات هنا تتدفق في داخل الماكينة وأن المنتجات تامة الصنع تتدفق إلى الخارج بدون حاجة إلى وجود المخزون . هنا لا تحتاج إلى مخزون من البضاعة الجاهزة حيث أن فور إنتاجها يتم تسليمها للعملاء وأيضاً لا تحتاج إلى مخزون من المواد الخامات حيث أنها تتدفق في داخل الآلة فور الحاجة إليها وذلك لبداية الإنتاج .

غير أنه إذا حدث خلل أو اختلاف في هذه العملية الخاصة بالتدفق المستمر سواء إلى أو من الآلة فإن المخزون لابد وأن يظهر عند نقط مختلفة من نقط الإنتاج . فمثلاً إذا حدث وأن المستهلك لم يتسلم البضاعة فور إنتاجها فلا بد وأن يترك الإنتاج في شكل مخزون . أيضاً إذا حدث شك في مواعيد تسليم المورد للمخامات والمواد فإن المنتج لابد وأن يفكر في أن يحتاط لذلك بأن يحتفظ بقدر

من المخزون لديه من المواد والخامات ومن هنا يظهر مخزون من المواد والخامات .

#### وجود عنصر عدم التأكد :

يعد العنصر الأول الذى يؤثر على وجود الحلل فى النظام الاقتصادى عنصر عدم التأكد أو عدم اليقين *Uncertainty* . فثلاً إذا لم تكن واقين من كمية الطلب على المنتج النهائى بواسطة العملاء وفى نفس الوقت نعمل فى ظل ظروف المنافسة التى فى ظلها لا نستطيع أن نقول للميل سوف لا تستطيع تسليمك البضاعة فوراً فإن الأمر يتطلب منا الاحتفاظ بمخزون من البضاعة الجاهزة حتى نكون تحت أمر الميل فى أى وقت من الأوقات .

أيضاً هناك عوامل عدم التأكد فيما يتعلق بالمواد الخام المستخدمة فى الإنتاج أو المواد النصف مصنعة والمشتراة من الغير أو الأجزاء التى يتم إستيرادها من الخارج وذلك لتجميع المنتج محلياً . حتى لو أن المنتج يعلم تماماً متى سوف يستخدم هذه الخامات لإنتاج المنتجات إلا أنه لا يستطيع أن يتحكم فيما على :

١ — دقة مواعيد التسليم من جانب الموردين .

٢ — تسيلات النقل والشحن المتاحة .

وبالتالى فإن المنتج لابد وأن محتاط وأن يكون لديه كمية من الخامات والمواد وذلك لمقابلة هذه الأخطار . فثلاً قد يتمطل مصنع بالكامل وذلك إذا حدث هجر فى أحد أجزاء المنتج الرئيسى الذى يقوم بإنتاجه . وكثيراً ما نسمع عن مصانع الحديد والصلب التى تحقق خسائر فادحة بسبب توقف الإنتاج فى الأفران وبالتالى احتياجات الصيانة والإصلاح التى تزداد كثيراً نظراً لأن هذه الأفران يجب أن تعمل بصفة مستمرة . كل ذلك يحدث بسبب تأخر وصول الحامة الرئيسية بسبب مثلاً مشكلات فى النقل والشحن بسبب رياح الحاسين مثلاً . وما يعقد الأمور أن هذه الحامة لا يمكن تخزينها لفترة طويلة ،

### عادة ما يتم الشراء والإنتاج في لوطات :

بعد العنصر الثاني الذي يتسبب في وجود مخزون لدى الصانع هو أن شراء المواد والخامات عادة ما يتم في شكل أحجام كبيرة وذلك لتحقيق وفورات إما في النقل وتكاليفه أو وفورات خاصة بالحصول على خصم كمية . أيضاً بالنسبة للمنتجات الجاهزة فإن المخزون فيها قد يرتفع وذلك بسبب ميل المنتج إلى إنتاج كميات كبيرة وذلك لتحقيق وفورات خاصة بالتشغيل وتخطيط الإنتاج بطريقة أحسن .

ذلك سوف يؤدي إلى أن تزداد معدلات الإنتاج اليومية عن معدلات الطلب من جانب المستهلكين اليومية وطبيعى فإن الفرق عبارة عن المخزون من المنتجات تأمة الصنع .

غير أنه مهما اختلفت وتعددت مسببات الاحتفاظ بالمخزون سواء من جانب المستهلك أو المنتج إلا أن المشكلة الرئيسية في المخزون هي ما هي كمية المخزون للإيجاب الاحتفاظ بها . إن الحياة العملية تنصف بوجود مشاكل معقدة إنها تشمل على حوادث Events ( رقم المبيعات ، معدلات استخدام الصنف ) التي قد تحدث في المستقبل . أيضاً أنها تشمل على عوامل عدم التأكد فيما يتعلق باحتمال حدوث هذه الحوادث .

### الحالة الأولى :

وفيها نعلم الطلب على المنتج .

في مثل هذه الحالة إذا كنا على علم بعدد الوحدات من المنتج النهائي التي سيتم طلبها أو استخدامها في المستقبل (متجاهلين العوامل الاقتصادية الخاصة بالاحتفاظ بالمخزون ) فإن الكمية الواجب طلبها تكون بسيطة جداً حيث أننا سنقوم بطلب كمية تعادل الكمية التي سيتم طلبها من جانب العملاء .

فإذا إذا كنا نعلم جيداً مقدار الطلب على نوع معين من المنتجات في خلال فترة العشرين يوم القادمة تختلف بين ٦٠ ٨٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ فإننا نحصل على مشكلة بسيطة جداً يمكن تمثيلها في الشكل المبين أدناه .

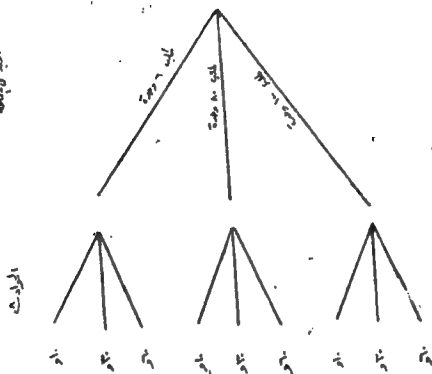
في هذه المشكلة نفترض أننا متأكدون من أن الطلب سيكون ٨٠ وحدة وهنا فإن الاحتمال يكون ١ صحيح أو ١٠٠ من أن الطلب سيكون ٨٠ وحدة وأن الاحتمال صفر يكون أمام الطلب ٦٠ أو ١٠٠ وحدة .

ومن الشكل يتضح أن الاحتمال ١ صحيح يشير إلى الحادثة ٨٠ وحدة وأن الاحتمال صفر يشير إلى الحادثة ٦٠ والحادثة ١٠٠ .

أيضاً يبين الشكل الربح الناتج من بيع كل تصرف مع الحادثة . لنفرض أيضاً أن الإيراد الناتج من الوحدة الواحدة عبارة عن ١٧ ج .

وهذا الإيراد ثابت مهما اختلفت عدد الوحدات المنتجة . وأيضاً أن تكلفة الوحدة ثابتة وهي ٧ جنيهات . ولنفرض طبياً أننا نتجاهل تكاليف التوريد . تكاليف التخزين ، أى تكاليف أخرى . وأخيراً نفترض أن الوحدة الغير مباعة لا قيمة لها .

الدرجة الأولى



الدرجة الثانية

أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج
أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج
أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج

الدرجة الثالثة

أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج
أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج
أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج

الدرجة الرابعة

أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج
أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج
أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج

الدرجة الخامسة

أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج
أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج
أ	ب	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ج

من الشكل السابق يتضح أن الكمية المثلى للطلب عبارة عن ٨٠ وحدة . علما  
هذه المشكلة البسيطة لا تحتاج إلى رسم فجرة القرارات ولكننا قصدنا بذلك لكي  
نوضح المشكلة الأكثر التي ستزد من الحالة الثانية .

#### نتائج الحالة الأولى :

الربح المتوقع ٣٠٠ ج	طلب ٦٠ وحدة
الربح المتوقع ٤٠٠ ج	طلب ٨٠ وحدة
الربح المتوقع ١٦٠ ج	طلب ١٠٠ وحدة

واضح أن طلب ٨٠ وحدة يحقق أعلى ربح متوقع .

#### الحالة الثانية :

في الجزء السابق تم مناقشة مشكلة بسيطة تشتمل على عوامل أكيدة غير أن  
ظهور عنصر عدم التأكد سوف يحول المشكلة البسيطة إلى مشكلة معقدة .

لنفرض في المشكلة التي تم عرضها في الحالة الأولى قد ظهر عنصر عدم التأكد  
فما يتعلق برقم الطلب . لنفرض أن قسم بحوث التسويق الحاسم بهذا المنتج قدم  
لنا المعلومات الآتية :

الاحتمال	مقدار الطلب
١٠٪	٦٠ وحدة
٣٠٪	٨٠ وحدة
٦٠٪	١٠٠ وحدة

هذه المشكلة يمكن عرضها في الشكل الآتي :



في هذا الشكل تم تقييم البدائل المتاحة أمام هذا المنتج في ظل الاحتمالات المختلفة ولقد ظهر أن البديل الأمثل هو طلب ١٠٠ وحدة من هذه المنتجات حيث أن هذا البديل يحقق أكبر ربح متوقع وأقل فرصة مضاعة متوقعة .

مقدار الطلب	الربح المتوقع	الفرصة المضاعة المتوقعة
٦٠ وحدة	٢٠٠ ج	١٥٠ ج
٨٠ وحدة	٣٧٦ ج	٧٤ ج
١٠٠ وحدة	٣٨٠ ج	٧٠ ج

يلاحظ أن البديل الأمثل يحقق :

١ - أكبر ربح متوقع .

٢ - أقل فرصة مضاعة متوقعة .

يلاحظ أنه في الحالات السابقة قمنا بتجاهل عوامل متعددة وذلك لأغراض الشرح فقط ولكننا سوف نعود الآن ونأخذ في الحسبان هذه العوامل . فلتأخذ في حساباتنا رقم الطلب الكلي في المستقبل وأيضاً تكلفة الاحتفاظ بالخزون .

تفصل تكلفة الاحتفاظ بالخزون ما يلي :

- تكلفة التخزين .

- تكلفة الكلف .

- تكلفة رأس المال المستثمر في الخزون .

في الحالة الأولى تجاهلنا تكلفة الاحتفاظ بالخزون وبالتالي كان رقم الطلب الأمثل هو ٨٠ وحدة أما هنا في هذه الحالة فإتينا لتجاهل هذه التكاليف ومن ثم فقد يختلف رقم الطلب الأمثل . يلاحظ أن الـ ٨٠ وحدة إذا تم شراؤها مرة واحدة فإن جزء منها سوف يباع بدون أن يكلفنا أى تكاليف تخزين بينما جزء منها سوف نخلفه به لفترة معينة من الزمن ومن ثم سوف يكلفنا تكاليف تخزين بينما جزء آخر سوف نخلفه به لفترة طويلة من الزمن ومن ثم سوف تكون تكلفة تخزينه أكثر وهكذا . أى أننا إذا كنا سنأخذ في الحسبان تكلفة

الاحتفاظ بالمخزون فإن الأمر يلزم معرفة التغيرات التي تحدث في الكمية المطلوبة على مر العشرين يوم أى خلال فترة البيع . إن الذى يعكس هذه التغيرات بين يوم وآخر هو متوسط المخزون  $Average Inventory Level$  ويمكن الحصول على هذا المتوسط كآتى :

متوسط المخزون في أول المدة + متوسط المخزون في آخر المدة

لتفرض أن مستوى المخزون كان ٨٠ وحدة في أول الفترة وكان صفر في نهاية الفترة .

$$\text{متوسط المخزون في أول المدة} = \frac{٨٠}{٢} = ٤٠ \text{ وحدة}$$

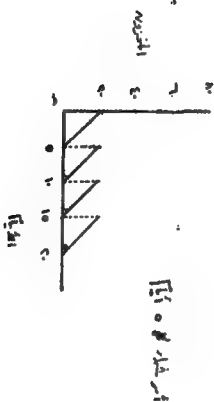
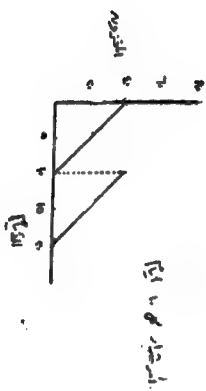
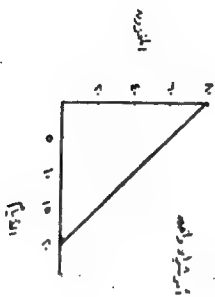
$$\text{متوسط المخزون في آخر المدة} = \frac{\text{صفر}}{٢} = \text{صفر وحدة}$$

$$\text{أن متوسط المخزون} = ٤٠ + \text{صفر}$$

$$= ٤٠ \text{ وحدة}$$

طبعا هنا الافتراض الاساسى أن معدلات الطلب أو السحب اليومية ثابتة مع أن في الحقيقة هذا الوضع لا يستقيم في الحياة العملية .

في الشكل التالى يمكن ملاحظة انخفاض رصيد المخزون من يوم إلى آخر . يمكن ملاحظة وجود الـ ٨٠ وحدة كلها في أول الفترة بينما الرصيد صفر في نهاية الفترة وأن مصدل السحب اليومى ثابت عبارة عن ٤ وحدات في اليوم .  
(  $\frac{٨٠}{٢٠} = ٤$  وحدات ) .



حتى الآن لم نأخذ في الاعتبار إلا أحيان واحد وهو طلب المنتجات مرة واحدة . ولكن إذا كان ممكناً أن نقوم بطلب كمية صغيرة من هذه المنتجات بدلاً من طلبها مرة واحدة فإن ذلك سوف يؤدي إلى تخفيض متوسط المخزون وبالتالي سوف يؤدي ذلك إلى تخفيض تكاليف الاحتفاظ بالمخزون . في نفس الشكل يتضح إذا تم شراء كمية تكفي ١٠ أيام بدلاً من المدة كلها أى الشراء مرتين فإن متوسط المخزون سوف ينخفض . هنا سيتم شراء ٤ وحدة تستنفد بالكامل حتى اليوم العاشر وفي اليوم العشرين سيصل الرصيد مرة أخرى إلى ٤ وحدة على أن يتم استنفادها بالكامل في اليوم العشرين . بما لا شك فيه فإن متوسط المخزون في فترة العشرة أيام سيكون ٢٠ وحدة وبالتالي فإننا نتوقع انخفاض تكلفة التخزين .

متوسط المخزون لفترة العشرة أيام الأولى =  $\frac{4}{2} = ٢٠$  وحدة

متوسط المخزون لفترة العشرة أيام الثانية =  $\frac{4}{2} = ٢٠$  وحدة

أى أن متوسط المخزون لأي فترة =  $\frac{\text{الكمية المطلوبة}}{2}$

¶

فإذا تم تخفيض الكمية المطلوبة إلى ٢٠ وحدة ( مثلاً هناك أمر شراء كل ١٠ أيام ) فإننا سنحصل على متوسط مخزون أقل . هنا متوسط المخزون سيكون  $\frac{20}{2} = ١٠$  وحدات كما بيناها الشكل السابق .

يلخص الجدول الآتي متوسط المخزون عند كل من السياسات المختلفة للطلب :

متوسط المخزون	متوسط المخزون عند سياسات الطلب المختلفة	عدد أرواس للتردد	الكمية المطلوبة	كمية الطلب الكلي لفترة المشرين يوم
٥	٨٠	١	٨٠	٨٠
١٠	٤٠	٢	٤٠	٨٠
١٥	٢٠	٣	٢٠	٨٠

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{\text{الكمية المطلوبة}}{٢}$$

يلخص الجدول الآتي التكاليف الخاصة بالاحتفاظ بالبحر في ظل سياسات  
الطلب المختلفة مع افتراض أن تكلفة الاحتفاظ بالبحر للوحدة الواحدة لمدة  
٢٠ يوم عبارة عن ٢ جنيهات :

تكاليف الاحتفاظ بالبحر في ظل سياسات التبريد المختلفة						
جدة تكلفة التبريد	تكلفة الاحتفاظ بالبحر للمدة الواحدة	متوسط البحر	عدد أيام التبريد	كيفية التبريد	كيفية الطلب خلال العشرين يوم	
١٢٠ ج	٢ ج	٤٠	١	٨٠	٨٠	
٦٠ ج	٢ ج	٢٠	٢	٠	٨٠	
٢٠ ج	٢ ج	١٠	٤	٢٠	٨٠	

وواضح مما سبق أن تكلفة الاحتفاظ بالمخزون تقل كلما قلت كمية أمر الشراء .  
أي أن عدد مرات الشراء تزداد .

أي : كلما زاد عدد مرات الشراء .

كلما انخفض متوسط المخزون .

كلما أدى ذلك إلى انخفاض تكلفة الاحتفاظ بالمخزون .

غير أن هناك تكاليف أخرى يجب أن تأخذها في الحسبان عند دراسة مشاكل التخزين . ألا وهي تكلفة التوريد وهي تحتوي على مرتبات وأجور العاملين في إدارة المشتريات من حيث إصدار أوامر الشراء ، سداد قيمة أوامر الشراء ، استلام مكونات أمر الشراء ، متابعة الشراء والتوريد . . . الخ .

لنفرض أن تكلفة أمر الشراء ثابتة مهما اختلفت حجم أمر الشراء أي لا تختلف بالنسبة للأمر الواحد مهما اختلفت حجم الطلبية ٦٠ كانت ٨٠ أو ١٠٠ وحدة . ومن هنا يتضح أن تكلفة أمر الشراء لا تحتوى على قيمة المشتريات نفسها . إنها تتعلق بعدد مرات الشراء . فإذا فرضنا أن تكلفة أمر الشراء الواحد عبارة عن ٣٠ ج فإن تكاليف الشراء والتوريد بالنسبة للسياسات المختلفة الثلاثة سوف تختلف كما هو مبين في الجدول الآتي :

### إجمالي تكاليف الخزون في ظل السياسات الثلاث

الكمية المبكوة المطلوبة خلال العشرين يوم	كمية أمر الشراء	متوسط الخزون	تكلفة التخزين لوحدة	تكلفة التخزين جمله	عدد أوامر الشراء	تكلفة الشراء الأمر الواحد	جمله تكلفة الشراء	جمله تكلفة الخزون
٨٠	٨٠	٤٠	ع ٣	ع ١٠	١	ع ٣٠	ع ٣٠	ع ١٥٠
٨٠	٤٠	٢٠	ع ٣	ع ٦٠	٢	ع ٢٠	ع ٦٠	ع ١٢٠
٨٠	٢٠	١٠	ع ٣	ع ٣٠	٤	ع ٢٠	ع ٨٠	ع ١٥٠

١٨٦٦١

ويلاحظ من الجدول السابق أن في ظل السياسة الثانية وهي شراء الكمية المطلوبة لفترة العشرين يوم على مرتين (إصدار عدد ٢ أمر شراء) هي أحسن سياسات الشراء نظراً لانخفاض التكلفة الكلية المخزون.

#### تحديد الكمية المثلى للشراء

#### أو الكمية الاقتصادية للشراء :

يلاحظ من الجدول السابق أن :

عندما تقل كمية أمر الشراء (حجم أمر التوريد)

تزداد عدد مرات الشراء

تزداد تكلفة الشراء . كما يلي :

عدد مرات الشراء	تكلفة أمر الشراء الواحد	جملة تكلفة الشراء
١	ج ٣٠	ج ٣٠
٢	ج ٣٠	ج ٦٠
٤	ج ٣٠	ج ١٢٠

وأيضاً من الجدول السابق يتضح أن :

عندما تقل كمية الشراء (حجم أمر التوريد)

يقل متوسط المخزون

يقل تكلفة الاحتفاظ بالمخزون . كما يلي :

عدد مرات الشراء	متوسط المخزون	تكلفة تخزين الوحدة الواحدة	جملة تكلفة التخزين
١	٤٠	ج ٣	ج ١٢٠
٢	٢٠	ج ٣	ج ٦٠
٤	١٠	ج ٣	ج ٣٠

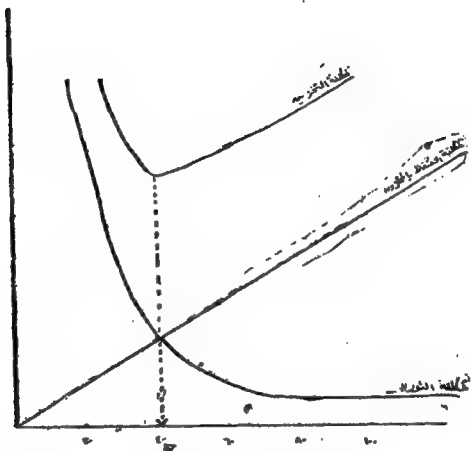
ومن هنا فإن حجم الشراء الأمثل أو الكمية الاقتصادية للشراء تتوقف على العلاقة بين :

-- تكلفة التوريد .

-- تكلفة الإحتفاظ بالمخزون .

ومن الجدول السابق يتضح أن الكمية الاقتصادية للشراء عبارة عن ٤ وحدة حيث عندما يتحمل المنتج أقل تكلفة تخزين ممكنة ،

والشكل التالي يبين العلاقة بين كل من تكاليف التخزين ، تكاليف الشراء وعدد مرات الشراء :



كمية الإنتاج المثلى

تكلفة الإنتاج = تكلفة التسويق + تكلفة النقل

أى أن :

الكية الاقتصادية للشراء عندما تكون تكلفة التخزين أقل ما يمكن وتكلفة التخزين تشمل تكلفة الاحتفاظ بالمخزون وأيضاً تكلفة أمر التوريد .

$$\text{تكلفة التخزين} = \text{تكلفة الاحتفاظ بالمخزون} + \text{تكلفة التوريد}$$

$$\text{تكلفة الاحتفاظ بالمخزون} = \text{متوسط المخزون} \times \text{تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة}$$

$$\text{تكلفة التوريد} = \text{عدد أوامر التوريد} \times \text{تكلفة توريد الأمر الواحد}$$

أى أن :

$$\text{تكلفة التخزين} = \text{ت ح} \times \frac{\text{ل}}{2} + \text{ت ت} \times \frac{\text{ط}}{\text{ل}}$$

حيث :

$$\text{ت ح} = \text{تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة}$$

$$\text{ل} = \text{كبة أمر الشراء}$$

$$\text{ت ت} = \text{تكلفة أمر الشراء الواحد}$$

$$\text{ط} = \text{الكية المطلوبة خلال الفترة}$$

وبتطبيق هذه المعادلة على سياسات الشراء المختلفة يمكن التوصل لنفس النتائج التى توصلنا إليها فى الجدول السابق :

السياسة الأولى ( طلب ٨٠ وحدة فى المرة الواحدة للشراء )

$$\text{تكلفة التخزين} = 3 \times \frac{80}{2} + 20 \times \frac{1}{80}$$

$$= 120 + 0.25$$

$$= 120 \text{ ج}$$

السياسة الثانية ( طلب ٤٠ وحدة في المرة الواحدة للشراء )

$$\text{تكلفة التخزين} = \frac{40}{2} \times 2 + \frac{80}{40} \times 30 =$$

$$60 + 60 =$$

$$120 \text{ ج}$$

السياسة الثالثة ( طلب ٢٠ وحدة في المرة الواحدة للشراء )

$$\text{تكلفة التخزين} = \frac{20}{2} \times 2 + \frac{80}{20} \times 30 =$$

$$20 + 120 =$$

$$140 \text{ ج}$$

$$100 \text{ ج}$$

من الشكل السابق ومن الجدول السابق يتضح أن كمية الشراء المثلى أو الكمية الاقتصادية للشراء عندما تتساوى تكلفة التوريد مع تكلفة الاحتفاظ بالمخزون :

السياسة      تكلفة التوريد      تكلفة الاحتفاظ بالمخزون

أ      ج ٢٠      ج ١٢٠

ب      ج ٦٠      ج ٦٠

ج      ج ٣٠      ج ١٢٠

أي أننا نستطيع أن نصل إلى معادلة رياضية معتمدin على هذا الاستنتاج للوصول إلى الكمية الاقتصادية للشراء .

$$ت ح \times \frac{ل}{٢} = ت ت \times \frac{ط}{ل}$$

أو:

$$ت ح \times \frac{ل}{٢} = ت ت \times \frac{ط}{ل}$$

أى:

$$٢ \times ٢ \times ٢ = ٢ \times ٢ \times ٢$$

$$٢ \times ٢ = ٢ \times ٢$$

$$\frac{٢ \times ٢ \times ٢}{٢} = ٢$$

$$\sqrt{\frac{٢ \times ٢ \times ٢}{٢}} = ٢$$

أى أن:

الكفاءة الاقتصادية للطلب

$$\sqrt{\frac{\text{تكلفة أمر شراء واحد} \times \text{الطلب الكلى خلال الفترة} \times ٢}{\text{تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة}}} =$$

وينطبق ذلك في الحالة السابقة فإن الكفاءة الاقتصادية للطلب تكون:

$$\sqrt{\frac{٨٠ \times ٢٠ \times ٢}{٢}} = \text{الكفاءة الاقتصادية للشراء}$$

$$\sqrt{\frac{٨٠٠}{٢}} =$$

$$٢٠ = \sqrt{٤٠٠} = \text{وحدة}$$

وهي نفس النتيجة التي حصلنا عليها سابقاً حسابياً وبيانياً.

أثر عوامل عدم التأكد:

يلاحظ أن المعادلة السابق عرضها والتي بواسطتها يمكن الحصول على الكفاءة

الاقتصادية للشراء. يفترض أن الطلب الكلى على الأصناف المختلفة المطلوب شراؤها وغيرها من العوامل المكونة للمعادلة مثل تكلفة التخزين وتكلفة التوريد الخ ثابتة لا تتغير عند حساب الكمية الاقتصادية للشراء. هذا طبعاً يخالف الحقيقة وهي أنه في الواقع العمل قد يختلف كثيراً الطلب على الأصناف عن الطلب الأصلي الذى تم على أساسه حساب الكمية الاقتصادية للشراء.

ففى المثال السابق عرضه تم افتراض أن الطلب الكلى خلال العشرين يوم عبارة عن ٨٠ وحدة. ولكن إذا فرض وكان هذا أحسن تنبؤ بخصوص الطلب ولكن أيضاً فى نفس الوقت نستقد أن الطلب الفعلى قد يكون أكبر أو أقل من ٨٠ وحدة.

ماذا فعل فى هذا الوضع؟ نحتاج هنا إلى عمل تحليل حساسية Sensitivity Test لى نحدد كيف تختلف الكمية الاقتصادية للشراء وذلك إذا اختلف الطلب الكلى على هذا الصنف عن ٨٠ وحدة فى العشرين يوم. لنفرض أن الطلب الكلى أصبح ٤٥ وحدة بدلاً من ٨٠ وحدة سنجد أن الكمية الاقتصادية للشراء سوف تنخفض من ٤٠ وحدة إلى ٣٠ وحدة أى بمقدار ٢٥٪. وهى تغيير محدود يمكن تجاهله. وعلى العكس إذا أصبح الطلب الكلى على هذا الصنف ١٢٥ وحدة بدلاً من ٨٠ وحدة فإن الكمية الاقتصادية للشراء سوف تزداد من ٤٠ وحدة إلى ٥٠ وحدة أى بمقدار ٢٥٪ وهى تغيير محدود يمكن تجاهله.

الطلب الكلى على الصنف	الكمية الاقتصادية للشراء
٨٠ وحدة	٤٠ وحدة
٤٥ وحدة	٣٠ وحدة
١٢٥ وحدة	٥٠ وحدة

كما سبق يلاحظ أن التغير فى الكمية الاقتصادية للشراء لن يكون كبيراً إذا حدث واختلف الطلب الكلى الفعلى على الصنف عن الطلب الكلى الذى بناء عليه تم حساب الكمية الاقتصادية للشراء. وبذلك يتضح أنه إذا حدث خطأ بسيط

Minor error في التنبؤ بالطلب على الصنف في الفترة القادمة فإن الكمية الاقتصادية للشراء لن تتغير بمعدل كبير وبالتالي فإن الناحية العملية تمتد معادلة الكمية الاقتصادية للشراء مفيدة جداً .

#### تحديد مواعيد الشراء :

طبيعى أنه يتم إصدار أمر الشراء بفترة مناسبة بحيث تصل الأصناف المطلوبة قبل أن ينفذ المخزون الحالى من الصنف . معنى ذلك أن فترة التوريد أو التسليم هى التى تحدد بالإضافة إلى معدلات الاستهلاك من هذا الصنف متى نقوم بإصدار أمر الشراء . أى أن هناك عاملين هما :

١ - فترة التوريد أو التسليم .

٢ - معدلات الاستهلاك من هذا الصنف .

بما يعتقد المشكلة أن البيانات المتاحة بخصوص هذين العاملين لا تكون مؤكدة وبالتالي معنى ذلك أننا نتعامل مع ظروف عدم التأكد .

غير أنه التبسيط حالياً فإننا سوف نتجاهل الكلام عن ظروف عدم التأكد ونفترض الآن أننا نتعامل مع ظروف أكيدة بخصوص فترة التوريد وأيضاً معدلات الاستهلاك من هذا الصنف .

فإذا فرض أن :

١ - أن المخزون الحالى سينفذ بعد عشرة أيام من الآن . ذلك طبقاً لمعدلات الاستهلاك .

٢ - أن الأمر يحتاج إلى ٣ أيام وذلك للحصول على الصنف من الموردين . طبقاً لذلك فإننا نقوم بطلب هذا الصنف بعد سبعة أيام من الآن .

#### نقطة إعادة الشراء :

يتم التعبير عن مستويات التخزين عملياً بما يسمى نقطة إعادة الشراء وهى تلك النقطة ( مستوى المخزون ) التى عندها نقوم بطلب أصناف جديدة . لكن تحديد

نقطة إعادة الطلب يحتاج الأمر إلى تحديد فترة لتسليم . لنفرض أن هذه الفترة ثلاثة أيام . أيضاً نحتاج إلى معرفة متوسط السحب أو الاستهلاك من هذا الصنف في اليوم . لنفرض أن هذا المتوسط عبارة عن ٤ وحدات في اليوم .

هنا يتطلب الأمر أن يكون لدينا من هذا الصنف احتياجات ثلاثة أيام عندما تصدر أمر الشراء وذلك لكي تصل الأصناف المطلوبة قبل الوصول إلى نقطة الصفر . هنا مستوى المخزون يكون :

$$٣ \times ٤ = ١٢ \text{ وحدة}$$

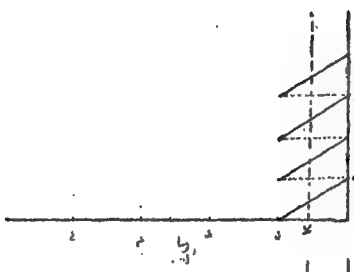
ويمكن التعبير عن ذلك رياضياً باستخدام المعادلة الآتية :

مستوى إعادة الطلب = معدلات السحب أو الاستهلاك  $\times$  فترة التسليم أو التوريد

وفي الأشكال الآتية تقدم مستويات إعادة الطلب في ظل الكميات الاقتصادية المختلفة ويبين منها جميعاً أن مستوى إعادة الطلب واحد بالنسبة لها جميعاً .

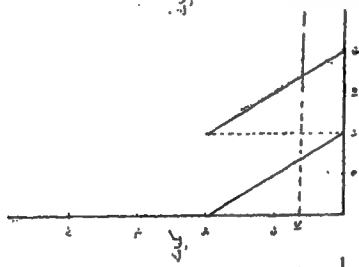
تکانه و انرژی جنبشی در یک برخورد

مبدأ



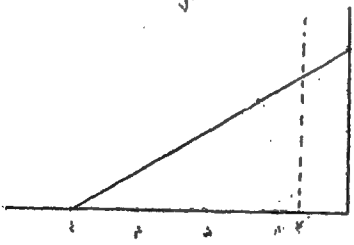
تکانه و انرژی جنبشی در یک برخورد

مبدأ



تکانه و انرژی جنبشی در یک برخورد

مبدأ



### الحماية ضد نفاذ المخزون :

في المعادلات السابقة افترضنا أننا متأكدون بالنسبة لمعدلات الطلب أو الاستهلاك وأيضاً بالنسبة لفترة التسليم أو التوريد . ولكن في الحياة العملية نجد أن هذا الافتراض غير سليم مطلقاً وبالتالي لكي تعمى المنشأة المنتجة نفسها أو أيضاً المستهلك لكي يحصى نفسه فإن الأمر يتطلب بالإحتفاظ برصيد من المخزون وذلك لكي يقابل مخاطر نفاذ المخزون بسبب :

١ - اختلاف فترة التسليم عن الفترة المتوقعة .

٢ - اختلاف معدلات الاستهلاك عن المعدلات المتوقعة .

ويلاحظ أن نفاذ المخزون أمر غير مرغوب فيه حيث أن ذلك معناه فقد جزء من العملاء وتمطل العمليات الإنتاجية وبالتالي فإن هناك أسلوبين لحل هذه المشكلة . يتلخص الأسلوب الأول في إقناع العملاء بالإنتظار لحين الحصول على الصنف من الموردين وهذا قليلاً ما يكون أسلوباً فعالاً وخصوصاً في الأحوال التي يتوافر فيها بدائل لهذا الصنف أو الصنف نفسه لدى المنافسين . أما الأسلوب الثاني فهو أن يقوم المنتج بالإحتفاظ بقدر من المخزون وذلك لمقابلة عوامل عدم التأكد بخصوص معدلات الطلب أو مواعيد التسليم . يسمى هذا القدر من المخزون بمخزون الإحتياطي أو مستوى الأمان . Safety Stock وطبيعي أن يختلف مقدار هذا الإحتياطي حسب طبيعة الصنف ومقدار الخسارة التي تعود على المنشأة في حالة نفاذ المخزون . أي أن هناك مقارنة بين تكلفة الإحتفاظ بهذا الإحتياطي في شكل رأس مال عاطل وتكاليف تخزين وبين الخسارة التي تعود على المنشأة في حالة نفاذ المخزون . كلما زادت الخسارة كلما كان هناك مبرر قوي للإحتفاظ بالمخزون من الإحتياطي أما إذا كانت هذه الخسارة محدودة فإن لا مبرر لتحمل تكلفة الإحتفاظ بإحتياطي من المخزون .

حالة عدم تأكد الطلب :

ستقوم في هذا الجزء بتناول الحالة التي فيها تتوقع عدم ثبات الطلب في فترة

التسليم وأيضاً تجاهل الافتراض بأن هذا الطلب مؤكد . لنفرض أن الطلب قد يكون ٨ أو ١٢ أو ٦ أو ٨٠ وحدة . فإلا هذه الكميات يجوز تم طلبها في فترات التسليم في الماضي وبناء على ذلك نتوقع أن يتم طلب أى منها في الفترة القادمة للتسليم . أيضاً من واقع خبرة الماضي كانت معدلات حدوث هذا الطلب في فترات التسليم المختلفة كما هو مبين في الجدول الآتي :

الكميات التي تم طلبها في فترات التسليم	التكرار
٨	١٥
١٢	٦٠
١٦	٢٠
٢٠	٥
	<hr/>
	١٠٠

وإذا اعتمدنا على التكرار في الماضي كأساس لحساب احتمالات حدوث هذه الحوادث في المستقبل فإننا نصل للجدول الآتي :

كميات الطلب في فترات التسليم	الاحتمال
٨	١٥ %
١٢	٦٠ %
١٦	٢٠ %
٢٠	٥ %

وبلاحظ إذا تم تقدير فترة التسليم بثلاثة أيام ومعدلات الطلب المتوقعة اليومية ٤ وحدات فإن المخزون لن يصل إلى الصفر إذا كان الطلب الفعلي ٨ وحدات أو ١٢ وحدة ولكن الأمر يختلف إذا حدث وأصبح الطلب الفعلي ١٦ أو ٢٠.

وحدة فإن المخزون سيصل إلى الصفر قبل وصول الوحدات الجديدة من الموردين. وبالتالي ستقابل المنشأة مشأ كل نفاذ المخزون وعدم مقابلة طلبيات الموردين .

هنا الاحتفاظ بمخزون الأمان سوف يتمتع وصول المخزون إلى الصفر في حالة وصول الطلب إلى ١٦ أو ٢٠ وحدة قبل ورود الوحدات المشتراة من الموردين .  
فإذا تم تحديد مخزون الأمان بمقدار ٨ وحدات فإن ذلك سوف يحقق مقابلة جميع طلبيات العملاء حتى ولو وصل الطلب إلى أعلى مستوى له وهو ٢٠ وحدة خلال فترة التسليم .

تكاليف الاحتفاظ بالاحتياطي :

تكلفة نفاذ المخزون :

كما سبق أن بينا هناك تكلفة تحملها المنشأة بسبب الاحتفاظ باحتياطي المخزون وكلما زاد هذا الاحتياطي كلما زادت التكلفة . وأيضاً كلما زاد الاحتياطي كلما قلت احتمالات نفاذ المخزون وبالتالي قلت التكلفة التي تحملها المنشأة بسبب نفاذ المخزون .

يلاحظ أن الحجم الأمثل من الاحتياطي هو ذلك الذي يحمل المنشأة أقل تكلفة ممكنة وفي نفس الوقت يحممها عند خسارة نفاذ المخزون .

أي أننا يجب أن نقوم بمعرفة الخسارة والتكلفة التي قد تتحقق للمنشأة عند مستويات مختلفة لاحتياطي المخزون ونقارن ذلك مع تكلفة الاحتفاظ بهذا المخزون نفسه . بمعنى آخر نرغب في تحديد تكلفة الاحتياطي وأيضاً تكلفة نفاذ المخزون .

نمبر عن ذلك في شكل شجرة القرارات . فيها تم تحديد ثلاثة بدائل .:

( أ ) عدم الإحتفاظ بأى إحتياطي من المخزون .

( ب ) الإحتفاظ فقط بأربع وحدات كإحتياطي من المخزون .

( ج ) إحتفاظ بثمانية . . . . .

عند كل بديل من هذه البدائل هناك أربعة حوادث ممكنة :

١ - أن يكون الطلب ٨ وحدات وذلك احتمال ١٥ ٪

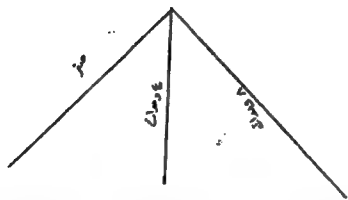
٢ - د د د ١٢ وحدة د د ٦٠ ٪

٣ - د د د ١٦ وحدة د د ٢٠ ٪

٤ - د د د وحدة د د ٥ ٪

بعد ذلك قنا بتحديد الطلب الغير ممكن مقابله في حال الاحتفاظ فقط بـ ١٢ وحدة خلال فترة التسليم وكذلك بتكلفة عدم مقابلة هذا الطلب إذا كانت الخسارة من فقد وحدة واحدة عبارة عن ٢٠ ج . تعبر عن ذلك في الشكل الآتي :

البيانات



البيانات



الطلب الفعلي

٨ ١٢ ١٦ ٢٠ ٨ ١٢ ١٦ ٢٠ ٨ ١٢ ١٦ ٢٠

الطلب المتوقع

٨ ١٢ ١٦ ٢٠ ٨ ١٢ ١٦ ٢٠ ٨ ١٢ ١٦ ٢٠

التجارة

٨ ١٢ ١٦ ٢٠ ٨ ١٢ ١٦ ٢٠ ٨ ١٢ ١٦ ٢٠

— ٤٣٣ —

ويلاحظ من الشكل السابق أن الخسارة المتوقعة عند كل مستوى إحتياطي

الإحتفاظ بإحتياطي قدره صفر :

$$\text{الخسارة المتوقعة} = \text{صفر} + \text{صفر} + ١٦ + ٨$$

$$= ٢٤ \text{ ج}$$

(ب) الإحتفاظ بإحتياطي قدره ٤ وحدات :

$$\text{الخسارة المتوقعة} = \text{صفر} + \text{صفر} + \text{صفر} + ٤$$

$$= ٤ \text{ ج}$$

(ج) الإحتفاظ بإحتياطي قدره ٨ وحدات :

$$\text{الخسارة المتوقعة} = \text{صفر} + \text{صفر} + \text{صفر} + \text{صفر}$$

$$= \text{صفر}$$

والمجدول التالي يلخص هذه النتائج :

الكمية الاقتصادية	عدد مرات تكرار.	مستوى	إجمالي	المساحة المربعة لقد	المساحة	تكلفة	جدة
للترا.	مرات تكرار.	إعادة تكرار.	الغزون	علا. للأمر الواحد	خلال المدة	الاجتاضي	تكلفة الاجتاضي
٤٠ وحدة	٢	١٢	صفر	ج ٢٤	ج ٤٨	صفر	ج ٤٨
٤٠ وحدة	٢	١٢	٤	ج ٤	ج ٨	١٢	ج ٢٠
٤٠ وحدة	٢	١٢	٨	صفر	صفر	٢٤	ج ٢٤

ولاحظ من الجدول أعلاه أن أحسن مستوى للاجتاضي هو عدد الاحتفاظ بأربع وحدات حيث عنده تحصل المنفعة أقل تكلفة ممكنة

## تطبيقات

١ - إذا فرض أن إحدى المنشآت قامت بتحديد الكمية الاقتصادية للشراء على أساس ١٠٠ وحدة لإحتياجات الطلب في الفترة القادمة . قامت وحدة دراسة السوق للنشأة بتحديد إحتتمالات الطلب في الفترة القادمة كما يلي :

الطلب	الإحتتمال
٦٠	١٠%
٨٠	٤٠%
١٠٠	٥٠%

المطلوب :

حساب الربح المتوقع والفرصة المصاعة المتوقعة .

٢ - ترغب إحدى دور النشر في تحديد عدد النسخ الواجب شراؤها من إحدى الكتب . قام مدير التسويق لديه بتحديد البيانات التالية بخصوص الطلب المتوقع على هذا الكتاب :

الطلب	الإحتتمال
١٠٠	١٠%
٢٠٠	٢٠%
٣٠٠	٤٠%
٤٠٠	٣٠%

أمام هذه المنفعة أربعة بدائل بخصوص الكمية الاقتصادية هي .

١٠٠ وحدة — ٢٠٠ وحدة — ٣٠٠ وحدة — ٤٠٠ وحدة

وإليك البيانات الإضافية الآتية :

- سعر بيع النسخة الواحدة ١٠ ج .
- تكلفة الحصول على النسخة الواحدة ٦ ج .
- النسخ الغير مباعه لا قيمة لها .
- يمكن تجاهل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون أو تكاليف الشراء .

#### المطلوب :

- ( أ ) بناء شجرة لقرار الكمية الاقتصادية للشراء وتحديد الربح المتوقع من كل بديل وأيضاً الفرصة المضاعفة المتوقعة .
- ( ب ) إذا كانت النسخ الغير مباعه يمكن بيعها في أوكازيون بمبلغ ٢ جنيه للوحدة . هل يؤثر ذلك على الإجابة عن البند ( أ ) أعلاه ؟

---

٣ — افرض في المثال المحلول في هذا الفصل أن تكاليف الاحتفاظ بالمخزون للوحدة عن الفترة ٢٠ يوم قد زادت من ٣ ج إلى ١٢ ج هل هذا سيؤدى إلى زيادة أو إلى إنخفاض الكمية الاقتصادية للشراء ؟

---

٤ — افرض في المثال المحلول في هذا الفصل أن تكاليف الشراء ( التوريد ) قد زادت بالنسبة لأمر الشراء الواحد من ٣٠ ج إلى ١٢٠ ج هل هذا سيؤدى إلى زيادة أو إلى إنخفاض الكمية الاقتصادية للشراء ؟

---

٥ — في مسألة دار النشر رقم ٢ في هذا الفصل افرض أن الطلب الكلى على هذا المؤلف للسنة كانت ٢٠٠ نسخة .

### المطلوب :

تحديد الكمية الإقتصادية للشراء وعدد أوامر التوريد إذا كان :

— تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للنسخة الواحدة في السنة عبارة عن جنيه . .

— تكلفة أمر الشراء الواحد عبارة عن ٦ جنيهات .

### والمطلوب أيضاً :

(١) ما هي تكلفة الاحتفاظ بالمخزون وتكلفة التوريد عند الكميات ١٠٠ ، ١٥٠ ، ٢٠٠ .

١٠٠ ، ١٥٠ وحدة ؟

(ب) ما هي الكمية الإقتصادية للشراء ؟

(ج) المطلوب تطبيق معادلة الكمية الإقتصادية للشراء لتحديد العدد الأمثل

لأوامر التوريد .

٦ — في المثال السابق حله في هذا الفصل . إفرض أن فترة التسليم كانت .

٥ أيام بدلاً من ٣ أيام . ما هي نقطة إعادة الشراء ؟

٧ — في المسألة الخاصة بدار النشر المعطاة أعلاه ، الطلب السنوي ٣٠ نسخة

وعدد أيام السنة ٢٦٥ يوم .

— ما هي معدلات الطلب اليومي ؟

— إذا كانت فترة التوريد ١٢ يوم . ما هو مستوى إعادة الطلب ؟

٨ — في مسألة دار النشر . المطلوب تحديد مقدار احتياطي المخزون لمقابلة

خطر نفاد المخزون .

- الطلب واحتمالاته في فترة التسليم معطى في الجدول التالى .
- تكلفة نفاذ المخزون ( الحسارة ) للنسخة الواحدة ٤ جنيهات .

الاحتمالات	الطلب في خلال فترة التسليم
١٠%	٤ وحدات
٤٠%	١٠ وحدات
٣٠%	١٥ وحدة
٢٠%	٢٠ وحدة

المطلوب :

- (١) بناء شجرة والحصول على الحسارة المتوقعة من نفاذ المخزون عند احتياطي صفر أو ١٠ وحدات .
- (ب) عمل جدول يوضح فيه الإحتياطى الأمثل .

## المراجع الأساسية

1. R. Ackoff, & M. Sas'eni, Fundmentas of Operations Research, John Wiley, & Sons, Inc. New York, 1968.
2. H. Bierman et al., Quantitative Analysis for Business Decisions, Irwin New York, 1973.
3. F. Budnick, et al. Principles of Operations Research for Management, Richard Irwin, Us. A., 1977.
4. R. Cooper, Introduction to Queuing Theory. Macmillan, New York, 1972.
5. W. J. Fabrycky, et. al. Industrial Operations Research, Prentice-Hall, New Jersey, 1972.
6. J. FitzGerald et. al., Fundmentals of Systems Analysis, Wiley, London, 1973.
7. I. Hein, The Quantitative Approach to Managerial Decisions, 1972.
8. L. Lapin, Quantitative Methods for Business Decisions, Harcourt, New York, 1976.
9. J. McKinsey, Introduction to the theory of Games, McGrawill, New York, 1966.
10. C. McMillan, Systems Analysis, Homewood, 1968.
11. H. Raiffa, Decisions, Analysis Addisor, Massach., 1968.
12. J. Riggs et al., Introductin to operations Research, McGrawhill Book Co., New York, 1975.
13. G. Thompson, Management Science, McGrawhill. Co., New York, 1976.
14. J. Wiest & F. Levy, A Management Guide to PERT/CPM, Prentice-Hall, New York, 1969.





